

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА НА ТЕМУ:**

**«Електронна система ультразвукового вимірювача  
октанового числа бензину»**

**Завідувач кафедри**

**Опанасюк А. С.**

**Консультант**

**з економічної частини**

**Маценко О. М.**

**Керівник роботи**

**Новгородцев А. І.**

**Виконав студент  
гр. ЕСмз – 21С**

**Теницький В. І.**

**Суми 2023 р.**

Сумський державний університет

Факультет ЕЛІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 8.171 «Електроніка»

Затверджую:

Зав.кафедри Е і КТ

Опанасюк А. С.

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 р.

### **ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу магістра

**Теницькому Володимирі Івановичу**

1. Тема роботи: **«Електронна система ультразвукового вимірювача октанового числа бензину»**

Затверджена наказом по університету від 06.11.2023 р. № 1230 -VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 15.12. 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- частота випромінювача ультразвуку – 40кГц;
- наявність датчиків випромінювача та приймача ;
- похибка виміру за сталою температурою  $\pm 5\%$ ;
- частота тактових імпульсів генератора – 1 мГц;
- індикація марки бензину;
- наявність блоку еталонних констант.

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: 03.10.2023 р.

Прийняв до виконання студент:

Теницький В. І.

## Консультанти з кваліфікаційної роботи

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	Маценко О. М.		

Дата видачі завдання 10. 10. 2023 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Перелік етапів виконання роботи:

Термін виконання:

- |                                                       |                |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| 1. Огляд літератури та постановка задачі проектування | 15.10. 2023 р. |
| 2. Науково-дослідницька частина                       | 23.10. 2023 р. |
| 3. Розробка алгоритму функціонування                  | 30.10. 2023 р. |
| 4. Розробка та обґрунтування структурної схеми        | 05.11. 2023р.  |
| 5. Розробка функціональної схеми                      | 15.11. 2023 р. |
| 6. Розробка та розрахунок принципової схеми           | 20.11. 2023 р. |
| 7. Техніко-економічна частина                         | 25.11. 2023 р. |
| 8. Оформлення пояснювальної записки                   | 30.11.2023р.   |
| 9. Оформлення графічного матеріалу                    | 10.12. 2023 р. |
| 10. Представлення роботи на рецензування              | 15.12. 2023р.  |

Студент \_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 62 аркуша, 2 таблиці, 31 рисунок, 10 літературних джерел.

У першому розділі виконаний огляд чинних пристроїв за напрямком проектування.

Другий розділ присвячується аналізу методів вимірювання октанового числа бензину.

У третьому розділі розроблені алгоритм та структурна схема пристрою, який проектується.

У четвертому розділі розроблена принципова схеми пристрою, а також виконані розрахунки основних вузлів принципової схеми.

П'ятий розділ присвячується розрахунку повної собівартості виготовлення пристрою.

Отримані результати проектування наведені у висновку.

Наведений список використаної літератури.

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1 Огляд чинних пристроїв за вибраним напрямком проектування ... ..	5
1.1 Загальні відомості за визначенням октанового числа бензину .....	5
1.2 Різновиди пристроїв визначення октанового числа бензину .....	7
1.3 Експрес-метод визначення октанового числа бензину .....	8
1.4 Спрощений ультразвуковий вимірювач октанового числа бензину .....	10
2 Науково-дослідницька частина .....	13
2.1 Визначення октанового числа бензину за швидкістю поширення ультразвукової хвилі .....	13
2.2 Методи вимірювання октанового числа бензину .....	16
3 Розробка алгоритму та структурної схеми проектованого пристрою ....	24
3.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою .....	24
3.2 Розробка структурної схеми пристрою .....	25
4 Розробка та розрахунок вузлів принципової схеми проектованого пристрою .....	29
4.1 Вибір елементної бази .....	29
4.2 Розробка принципової схеми пристрою та розрахунок основних вузлів схеми .....	40
4.2.1 Розробка принципової схеми пристрою .....	40
4.2.2 Розрахунок основних вузлів принципової схеми пристрою .....	44
5 Техніко економічна частина .....	50
5.1 Розрахунок собівартості виготовлення пристрою .....	50
Висновки .....	56
Література .....	57
Додатки	

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.		Теницький			Електронна система ультразвукового вимірювача октанового числа бензину. Пояснювальна записка.	Лит.	Лист	Листов
Проверил		Новгородцев					3	58
Реценз.					Сум ДУ, ЕСмз – 21С			
Н. Контр.		Гапич						
Утверд.		Опанасюк						

## ВСТУП

Октанове число бензину – важливий показник якості нафтопродукту. Від нього залежать експлуатаційні характеристики палива, динамічні та інші властивості автомобіля. Октанове число – це умовна кількісна характеристика детонаційних властивостей бензину, чисельно рівна відсотковому (за обсягом) вмісту ізооктану в бінарній суміші з н-гептаном, еквівалентної по детонуючій стійкості випробуваного бензину за стандартних умов.

Детонаційна стійкість - параметр, що характеризує здатність палива протистояти самозайманню при стисканні. Висока детонаційна стійкість бензинів забезпечує їхнє нормальне згорання на всіх режимах експлуатації двигуна. При стисканні робочої суміші температура і тиск підвищуються, і починається окислення вуглеводнів, за рахунок подачі іскри. Якщо вуглеводні незгорілої частини палива мають недостатню стійкість до окислення, починається інтенсивне накопичення перекисних сполук, а потім - їх вибуховий розпад. При високій концентрації перекисних сполук відбувається тепловий вибух, який викликає самозаймання палива.

Самозаймання частини робочої суміші до повного стиснення призводить до вибухового горіння частини палива, що залишилася - до «детонаційного згорання», «детонації». Детонація викликає перегрів, підвищене зношування, або навіть місцеві руйнування двигуна, і супроводжується різким характерним звуком, падінням потужності, збільшенням димності вихлопу.

На виникнення детонації впливають склад застосовуваного бензину та конструктивні особливості двигуна. Застосування палива з меншим октановим числом, веде до детонації, збільшується витрата, знижується потужність двигуна, а при тривалому навантаженні на нього можливе прогорання клапанів, перегрів двигуна, вихід із ладу деталей поршневої групи. При використанні бензину з великим октановим числом трохи знизиться динаміка за рахунок більш тривалого згорання горючої суміші. Існують певні стандарти щодо різних видів бензину.

						ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			4

# 1 ОГЛЯД ЧИННИХ ПРИСТРОЇВ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМКОМ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Загальні відомості за визначенням октанового числа бензину

Октанове число бензину залежить від його компонентного складу, а саме від вмісту нормальних та розгалужених алканів, нафтенів та ароматичних вуглеводнів. Кожен індивідуальний вуглеводень характеризується своєю стійкістю до самозаймання, тобто має певне октанове число.

Наразі розроблено різноманітні методи експрес-аналізу бензину, які передбачають використання спеціального сертифікованого обладнання. Вони досить дорогі та впроваджуються лише на підприємствах паливної промисловості та АЗС. Втім, сьогодні можливість перевірки якості пального, так би мовити, у порядку індивідуального нагляду, надано автолюбителям.

У продажу нещодавно з'явилися персональні пристрої побутового призначення — індикаторні прилади «ОКТИС-2», випуск яких налагоджений із використанням високоточних імпорتنих компонентів. Головне призначення пристрою «ОКТИС-2» - оперативне визначення октанового числа бензину, причому основний варіант застосування приладу передбачає вимірювання даного показника палива безпосередньо в його заливки в бак. Конструктивно прилад виконаний у вигляді тонкої трубчастої вирви з електронним блоком. Канал вирви оснащений спеціальним сенсором.

Перевірка якості бензину за допомогою такого індикатора проводиться так. Спочатку в горловину бензобака вміщується прилад, а вже в заливний отвір останнього вставляється наконечник шланга паливного АЗС. Після того, як через трубку приладу в бак буде залито 5-10 л бензину, на табло з'явиться значення його октанового числа. І якщо при купівлі, наприклад, бензину Аі-95, прилад покаже реальне октанове число менше 93, заправку бака краще припинити.

Тема, пов'язана з покращенням якості вітчизняного палива, є дуже актуальною і для власників дизельних автомобілів. Солярка теж повинна задовольняти вимоги щодо детонаційної стійкості, яка для даного виду пального

										ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							5

визначається своїм показником, так званим цетановим числом. Якщо воно менше рекомендованого, без спеціальних присадок (цетанкоректорів) не обійтися. На наш ринок подібні продукти постачають російські та зарубіжні фірми. Наприклад, Liqui Moly (Німеччина) випускає серію дизельних присадок Super Diesel Additiv, а Hi-Gear (США) виробляє фірмовий «Цетанкоректор».

Такі препарати здебільшого універсальні і є комбінацією активних речовин, що підвищують цетанове число і мають підвищені чистячі та захисні властивості. Продукти розроблялися для сучасних двигунів з урахуванням складних умов експлуатації. Крім того, до складу присадок входять компоненти, які надають дизельному паливу з низьким вмістом сірки достатню змащувальну здатність.

Процес виміру октанового числа досить простий. Існує спеціальний прилад, що визначає величину октанового числа палива. Важливо лише пам'ятати, що цей пристрій працює за принципом вимірювання діелетричної проникності бензину. Оскільки є пропорційна залежність цього показника від октанового числа. Необхідно буде скласти спеціальну калібрувальну залежність для визначення точної величини.

Побудова такої залежності здійснюється з використанням н-гептану, а також палива, величина октанового числа якого вже відома. Застосовуються моторні установки типу УІТ-65 та УІТ-85. Сам принцип виміру ґрунтується на порівнянні октанових (цетанових) чисел контрольного зразка із зразками інших бензинів. Аналогічним чином можна визначити також октанове число дизельного палива.

Сьогодні цей метод можливо використовувати саме тому, що виробляється бензин шляхом використання не технології прямої перегонки, а кампаудіювання (змішування). Даний спосіб визначення величини октанового числа бензину має певні недоліки, про які необхідно пам'ятати.

До таких сьогодні відносяться такі:

- неможливість здійснити аналіз бензину неідентифікованого - оскільки сам процес аналізу здійснюється методом порівняння;
- складно визначити різні зовнішні чинники сам процес виміру.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



Порівняння завжди здійснюється на підставі даних, які вже закладені у спеціальному приладі. Шляхом використання складного алгоритму робиться висновок про відповідність вимірюваного октанового числа з присутнім у пам'яті приладу. Принцип роботи у всіх приладів, які вимірюють величину октанового числа, є ідентичним.

## 1.2 Різновиди пристроїв визначення октанового числа бензину

На ринку є пристрої як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Найбільш популярним та відомим приладом даного типу є ОКТИС. Точніший і надійніший — Digatron. Ціна його буде в 2-3 рази вищою - близько 700 євро за штуку. Саме він найбільше широко використовується для вирішення розглянутих завдань. Принцип його дії досить простий. Виробляється два виміри - еталонного палива та іншого, чиє октанове число необхідно виміряти. Далі отримані дані просто порівнюються. При цьому палива різних виробників у всіх випадках мають відмінності один від одного.

Відповідно, калібрувальна залежність діелектрична проникність - октанове число значно відрізняється. Тому потрібно в кожному випадку будувати індивідуальні калібрування. Як стандарт обов'язково застосовується паливо конкретного виробника. Октанове число обов'язково має бути попередньо виміряне на спеціальній установці.

Такими установками є: УИТ-65; УИТ-85. Одним із найефективніших приладів для вимірювання октанового числа є ОКТАН-ІМ. Даний прилад має вбудовану пам'ять і може вміщати близько 10 різних калібрувань. Точність показань пристрою є максимально високою. Найбільш складним з устрою та ефективності є ОКТАНОМЕТР ПЕ-7300 М.

Вартість його становить близько 18 тис. гривень. Головною його відмінністю від дешевших аналогів є наявність спеціалізованого програмного забезпечення. Можливе підключення до персонального комп'ютера.

Зарубіжним дорогим аналогом представленого вище обладнання вимірювання октанового числа є SHATOX SX-100M. Вартість його безпосередньо

					ЦЗДВН 8.171.00.10.330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

від виробника складає близько 1800 доларів. Головною та найбільш істотною відмінністю його від представлених вище пристроїв є наявність вбудованого датчика вимірювання температури. У свою чергу ПЕ-7300 визначає цей показник лише програмно.

### 1.3 Експрес-метод визначення октанового числа бензину

Також існує експрес-метод визначення октанового числа бензину. Для експрес-аналізу складу палива та його октанового числа деякі виробники використовують спеціальні вимірювальні прилади – цифрові октанометри (рис. 1).



Рисунок 1 – Цифровий октанометр

Принцип роботи октанометра ґрунтується на вимірі діелектричної проникності автомобільних бензинів. Спочатку в пам'яті пристрою зберігаються параметри основних марок палива. При дослідженні зразка бензину його порівнюють із цими марками, а результати виводяться на екран. Цими приладами досить просто користуватися, проте через те, що такий спосіб не відноситься до офіційних, повністю враховувати результати цього дослідження не рекомендується. Наразі розроблено різноманітні методи експрес-аналізу бензину, які передбачають використання спеціального сертифікованого обладнання. Вони досить дорогі та впроваджуються лише на підприємствах паливної промисловості та АЗС. Втім, сьогодні можливість перевірки якості пального, так би мовити, у порядку індивідуального нагляду, надано автолюбителям.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

У продажу нещодавно з'явилися персональні пристрої побутового призначення — індикаторні прилади «ОКТІС - 2», випуск яких налагоджений із використанням високоточних імпортованих компонентів (рис. 2). Головне призначення пристрою «ОКТІС-2» - оперативне визначення октанового числа бензину, причому основний варіант застосування приладу передбачає вимірювання даного показника палива безпосередньо в його заливки в бак. Конструктивно прилад виконаний у вигляді тонкої трубчастій вирви з електронним блоком. Канал вирви оснащений спеціальним сенсором.



Рисунок 2 – Індикаторний прилад «ОКТІС – 2»

Перевірка якості бензину за допомогою такого індикатора проводиться так. Спочатку в горловину бензобака вміщується прилад, а вже в заливний отвір останнього вставляється наконечник шланга паливного АЗС. Після того, як через трубку приладу в бак буде залито 5-10 л бензину, на табло з'явиться значення його октанового числа. І якщо при купівлі, наприклад, бензину АИ-95, прилад покаже реальне октанове число менше 93, заправку бака краще припинити.

Існуючий лабораторний аналізатор ХХ-440, виконує експрес-аналіз октанового числа бензину. Завдяки сучасним технологіям, має високу надійність та простоту використання. Для досягнення максимальної точності виміру прилад само тестується. Результати вимірювання відображаються на дисплеї. Але вартість такого приладу досить велика.

Для створення дешевого приладу контролю якості палива можна скористатися ультразвуковим методом визначення октанового числа бензину.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В його основі лежить вимір швидкості поширення ультразвуку в бензині. Вітчизняною промисловістю вже випускаються октаномери АС-98, SHATOX SX-150, ОКТАН-ІМ та ін. оснований на цьому методі.

Наявність простого та доступного для всіх автолюбителів пристрою контролю октанового числа бензину, сьогодні актуальна.

#### **1.4 Спрощений ультразвуковий вимірювач октанового числа бензину**

Для порівняння затримки поширення ультразвуку в бензині, що перевіряється, з еталонними для чотирьох його марок (див. статтю "Ультразвуковий вимірювач октанового числа бензину") в ньому був застосований цифровий компаратор. З'ясувалося, що весь цей вузол (цифровий компаратор з буферними елементами - шість мікросхем) можна замінити однією мікросхемою програмованого постійного пристрою, що запам'ятовує (ППЗУ), що значно спрощує прилад.

Так як відстань між приймачем та випромінювачем ультразвуку не перевищує 2 м, висока чутливість ультразвукового приймача не потрібна. Тому його вхідний підсилювач на ОУ вдалося замінити дешевшим і найпростішим підсилювачем на одному транзисторі.

Схему спрощеного ультразвукового вимірювача октанового числа бензину зображено на рис. 3. Алгоритм роботи пристрою не змінився і детально описаний у попередній статті. Тільки тепер код з виходів лічильника DD3, відповідний вимірної затримки поширення ультразвукового імпульсу в бензині, надходить не компаратор, але в адресні входи ППЗУ DS1 (KP556PT4A).

Мікросхеми цього типу постачають споживачам із записаними у всіх осередках пам'яті логічними нулями. Щоб використовувати в приладі ППЗП, його потрібно запрограмувати, замінивши у потрібних осередках логічні нулі логічними одиницями. Адреси осередків ППЗП та коди, які потрібно в них записати, наведені в таблиці 1. У решту осередків, відсутні в таблиці, слід записати код 1111.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

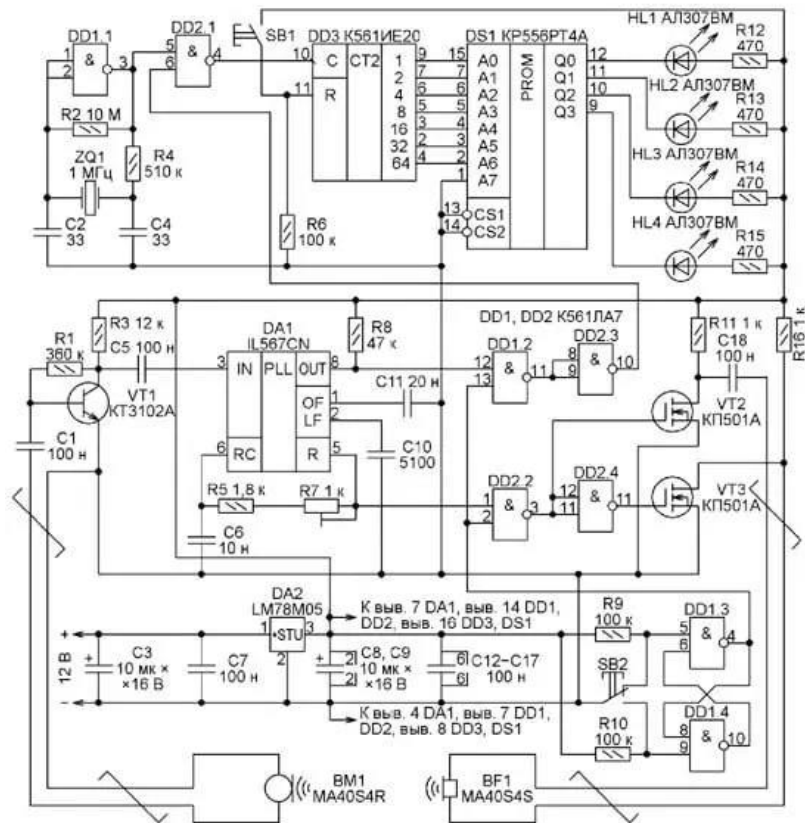


Рисунок 3- Схема спрощеного ультразвукового вимірювача октанового числа бензину

Таблиця 1

Бензин	$\Delta t$ , мкс	$\text{int}(\Delta t) \bmod 128$	Адрес, hex	Код, bin
Краще АИ-95	828...836	60 - 68	3C - 44	0111
АИ-95	837...842	69 - 74	45 - 4A	1011
АИ-92	843...848	75 - 80	48 - 50	1101
АИ-80	849...876	81 - 108	51 - 6C	1110
Гірше АИ-80	877...883	109 - 115	6D - 73	0000

З запрограмованим таким чином ППЗУ світлодіод HL1 приладу включиться під час перевірки бензину марки АИ-80, HL2 – АИ92, HL3 – АИ95. Бензину з більшим, ніж у АИ-95, октановим числом відповідає світіння світлодіода HL4, а якщо бензин гірший, ніж АИ-80, будуть увімкнені всі світлодіоди.

Налагодження приладу зводиться до встановлення частоти 40 кГц на виході генератора мікросхеми DA1 (вив. 5) за допомогою підстроювального резистора R7 та програмування ППЗУ. Запрограмувати мікросхему KP556PT4A можна



## 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Визначення октанового числа бензину за швидкістю поширення ультразвукової хвилі

Підвищення ефективності визначення октанового числа (ОЧ) автомобільних бензинів досягається за рахунок того, що попередньо визначають залежності (графіка, таблиці та ін.) інформаційного параметра бензину від ОЧ еталонних бензинів. Як інформаційний параметр використовують значення швидкостей поширення ультразвукової хвилі в бензинах при двох різних фіксованих температурах.

ОЧ визначають із залежності  $OЧ(AI) = 40 [(V_1 - V_2)/100 + 2000/V_2]$ , де ОЧ(АІ) - октанове число бензину, що відповідає октановому числу бензину, визначеному методом дослідження;  $V_1$  - швидкість поширення ультразвукової хвилі в бензині при температурі  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , м/с;  $V_2$  - швидкість поширення ультразвукової хвилі в бензині за температури  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ , м/с. Частоти ультразвукових хвиль вибирають у діапазоні 100-200 кГц (табл.2).

Таблиця 2- Швидкість поширення ультразвукової хвилі в бензині

Марка бензину	Швидкість $V_1$ розповсюдження УЗ-хвилі при $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , * $10^3\text{м/с}$	Швидкість $V_2$ розповсюдження УЗ-хвилі при $t_1 = 40^\circ\text{C}$ , * $10^3\text{м/с}$	Різниця швидкостей $\Delta V = V_1 - V_2$ , * $10^3\text{м/с}$
АІ-95	1,05	1,02	0,03
АІ-92	1,1	1,06	0,04
АІ-80	1,18	1,12	0,06

При використанні в двигунах бензинів різних марок основним фактором, що визначає потужність та економічні показники двигуна, є детонаційна стійкість бензину. Стійкість бензину до виникнення детонаційного згоряння залежить від його групового хімічного складу, кількості в ньому стійких до детонації сполук та наявності антидетонаційних присадок. Насправді детонаційну стійкість бензинів оцінюють октановими числами (ОЧ).

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Розроблено та стандартизовано ряд методів визначення ОЧ. Зокрема, для автомобільних марок бензину застосовують моторний та дослідний методи, що відрізняються різними режимами роботи моторної установки для визначення ОЧ. Для бензинів АИ-72, АИ-76 ОЧ визначають за моторним методом (ОЧМ).

Для бензинів АИ-93, АИ-95, АИ-98 ОЧ визначають обома вказаними методами (ОЧМ та ОЧІ). Оцінка одночасно двома методами дозволяє визначити чутливість палива до зміни режиму. Чутливість оцінюють різницею ОЧ, отриманих дослідницьким та моторним методами.

Недоліком цього найбільш поширеного способу є значна тривалість визначення (не менше 120 хв), дорожняча самої установки та еталонних палив. Крім того, цей спосіб може бути використаний тільки на стаціонарній великогабаритній установці, що утруднює його широке застосування.

Найбільш близьким за технічною сутністю є спосіб визначення октанового числа (ОЧ) палив, що полягає у визначенні значення ОЧ залежно від ОЧ від інформаційних параметрів, таких як діелектрична проникність  $\epsilon$  бензину, щільність бензину  $\rho$ , температура бензину  $t^0$ .

У цьому випадку пристрій визначення октанового числа містить ємнісний датчик, включений в частотно-залежну ланцюг автогенератора. Паралельно ємнісному датчику підключено елементи компенсації з датчиками температури та щільності.

Теоретичною основою даного способу є відомий взаємозв'язок електрофізичного параметра нафтопродуктів (діелектрична проникність) зі структурними та фазовими перетвореннями. До недоліків даного способу слід віднести визначення ОЧ бензину залежно від ОЧ від одноразово визначених інформаційних параметрів (діелектричної проникності  $\epsilon$ , щільності бензину  $\rho$  і температури  $t^0$ ), що знижує точність визначення ОЧ бензинів з різними хімічними домішками. Завдання, на вирішення якої спрямований спосіб визначення ОЧ бензинів, спрямована на створення більш ефективної технології проведення вимірювань, пов'язаної з використанням динамічних залежностей ОЧ бензинів від інформаційних параметрів.

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					



Технічний результат досягається тим, що в способі ОЧ автомобільних бензинів, що включає попередню побудову залежності (графіка, таблиці та ін ) інформаційного параметра бензину від ОЧ еталонних бензинів, в якості інформаційних параметрів використовують значення швидкостей поширення ультразвукової хвилі в бензинах при двох різних фіксованих температурах , а ОЧ визначають із залежності:

$$ОЧ(АИ) = 40 * \left[ \frac{V_1 - V_2}{100} + \frac{2000}{V_2} \right],$$

де ОЧ (АИ) - октанове число бензину, що відповідає октановому числу бензину, визначеному методом дослідження,  $V_1$  - швидкість поширення ультразвукової хвилі в бензині при температурі  $t_1=20^{\circ}C$ , м/с;  $V_2$  - швидкість поширення ультразвукової хвилі в бензині за температури  $t_2 = 40^{\circ}C$ , м/с.

Бензини - це суміші ароматичних, нафтоєвих, нормальних парафієвих та ненасичених вуглеводнів. Через складний склад бензини слід розглядати як акустичні системи з розподіленими постійними. Швидкість звуку в різних органічних рідинах з урахуванням ряду факторів, що характеризують взаємодію молекул, може бути визначена за такою відомою формулою:

$$v = \sqrt{\frac{\lambda RT}{M - b\beta} \left( \frac{1}{M - \rho\beta} - 2 \right)},$$

де  $M$  – молекулярна маса,  $\rho$  – щільність рідини,  $b$  – постійна Ван-дер-Ваальса,  $\beta$  – адіабатична стисливість,  $T$  – температура. З формули випливає, що швидкість звуку в органічній рідині повинна залежати від природи рідини та температури. Саме ці залежності були обрані за основні інформаційні параметри бензинів щодо ОЧ.

У різних марках бензинів різною мірою проявляється акустична релаксація, яка супроводжується не тільки різними значеннями інтегральних поглинань енергії, а й температурними дисперсіями швидкостей звуку. Отримані результати наведено у таблиці 2.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

З них випливає, що з бензинів з різними октановими числами розрізняються як абсолютні значення швидкості поширення звукової хвилі  $V$ , а й температурні коефіцієнти  $\alpha$ , де  $\alpha = dV/dt$ , тобто,  $\alpha$  характеризує швидкість зміни швидкості  $V$  ультразвукової хвилі в бензині зі зростанням температури  $t$ . Для чистих фракцій бензинів з'ясувалося:

- що вище ОЧ бензину, то нижче швидкість  $V$  поширення у ньому звукової хвилі;
- для всіх бензинів  $\alpha < 0$ ;
- що вище ОЧ бензинів, то менше  $|\alpha|$ .

Отримані результати дозволяють вивести емпіричну формулу визначення октанового числа бензину за значеннями швидкостей  $V_1$  і  $V_2$ , відповідним температурам бензину відповідно при  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  і  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . Формула має вигляд:

$$\text{ОЧ(АИ)} = 40 \cdot \left[ \frac{V_1 - V_2 + 2000}{100 + V_2} \right],$$

Приклад: Розрахуємо ОЧ (АИ), що відповідає бензину марки АИ-92 за запропонованою формулою, скориставшись результатами, наведеними в таблиці 1. Тоді:

$$\begin{aligned} \text{ОЧ(АИ)} &= 40 \cdot \left[ \frac{V_1 - V_2 + 2000}{100 + V_2} \right] = \\ &= 40 \cdot \left[ \frac{1100 - 1060 + 2000}{100 + 1060} \right] = 91,47 \end{aligned}$$

Застосування заявленого способу в народному господарстві не становить значних труднощів, не пов'язане з великими витратами на його здійснення і може мати велике значення при створенні нових технічних пристроїв для екологічного експрес-контролю стійкості детонації автомобільних бензинів.

## 2.2 Методи вимірювання октанового числа бензину

На сьогоднішній день розраховується лише два офіційні методи визначення октанового числа бензину:

- дослідницький метод визначення октанового числа;

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- моторний спосіб визначення октанового числа. Існують також і інші методи вимірювання.

**2.2.1 Моторний метод.** Моторний метод точніший і є, фактично живим експериментом, де в установці застосований справжній двигун. Саме з його роботи і детонації суміші робиться висновок про значення октанового числа бензину. Цей метод вважається найточнішим.

Моторний метод характеризує детонаційну стійкість бензину в умовах роботи двигуна на максимальних потужностях та при збільшеному тепловому режимі (рух за містом). Випробування бензину проводять при 900 об/хв, температура суміші, що всмоктується, 149°C, змінний кут випередження запалення. При перевірці палива даним методом наданий бензин порівнюють із сумішами еталонних палив, поперемінно перемикаючи живлення двигуна з одного палива на інше. У результаті дослідження визначають таку суміш еталонного бензину, детонація якої повністю збігається з детонацією даного зразка.

**2.2.2 Дослідницький метод.** Дослідницький метод характеризує детонаційну стійкість бензину за умов роботи двигуна на частковому навантаженні (рух у місті). Визначення октанового числа бензину за методом дослідження проводиться так само, як і за моторним, тобто даний бензин порівнюють зі сумішами еталонних палив. Однак є й деякі відмінності. Зокрема, випробування відбувається при 600 об/хв. Крім того, кут випередження запалення постійний (13° до ВМТ – найвищої точки у відстані, яка проходить поршень при обертанні колінчастого валу), а температура повітря, що всмоктується, становить 52°C. Представлені методи досить трудомісткі, здійснюються у спеціальних приміщеннях добре навченим персоналом на громіздких установках, і навіть їх тривалість становить (6-8) годин.

**2.2.3 Хроматографічний метод.** Спосіб дозволяє визначити наявність і кількість в пальному додаткових (дозволених вимогами) домішок, таких, як бензол. Спосіб вимагає більше часу, ніж інші методи, а також складніше обладнання для аналізу палива.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17





Визначимо межі зміни ємності датчика за зміни діелектричної проникності від 0,5 до 3,43. Для цього скористаємося залежністю виду:

$$C_d(\varepsilon) = 2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)},$$

де  $\varepsilon$  - діелектрична проникність;

$\varepsilon_0$  - електрична постійна, дорівнює  $8,854185 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;

$r_1, r_2$  – радіус зовнішнього та внутрішнього електродів;

$h$  – робоча висота ємнісного датчика.

Графічне уявлення залежності ємності від діелектричної проникності бензину представлено рисунку 8.

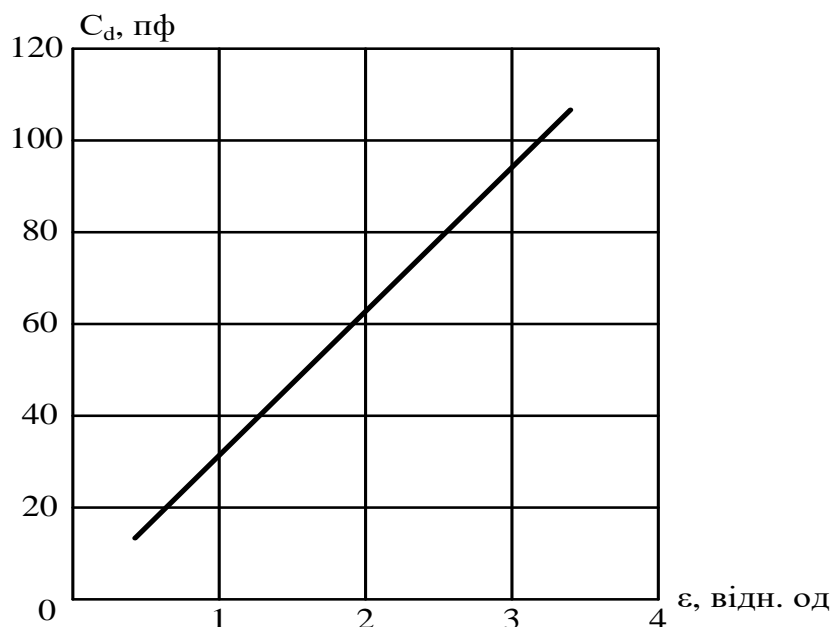


Рисунок 8 – Залежність ємності датчика від діелектричної проникності

З рисунка 8 випливає, що при зміні діелектричної проникності від 0,5 до 3,43 ємність датчика змінюється в діапазоні від 15,3 до 104,9 пФ.

Включаємо ємнісний датчик до складу генератора синусоїдального сигналу, зібраний за схемою Клаппа (рис. 9). При зміні діелектричної проникності бензину змінюється ємність датчика і відповідно змінюється частота вихідного сигналу генератора, яка є інформаційним параметром.



числа бензину, номінальне значення частоти вибираємо в районі 5 МГц.

Ємнісний датчик підключається паралельно конденсатору С3, в цьому випадку загальна ємність контуру дорівнюватиме:

$$C_x(C_d) = \frac{1}{\frac{1}{C_3 + C_d} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

Залежність частоти вихідного сигналу генератора від діелектричної проникності описується:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L_x \cdot \sqrt{\frac{1}{C_3 + 2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}}}$$

Графічне уявлення залежності частоти вихідного сигналу генератора від діелектричної проникності представлено рисунку 10.

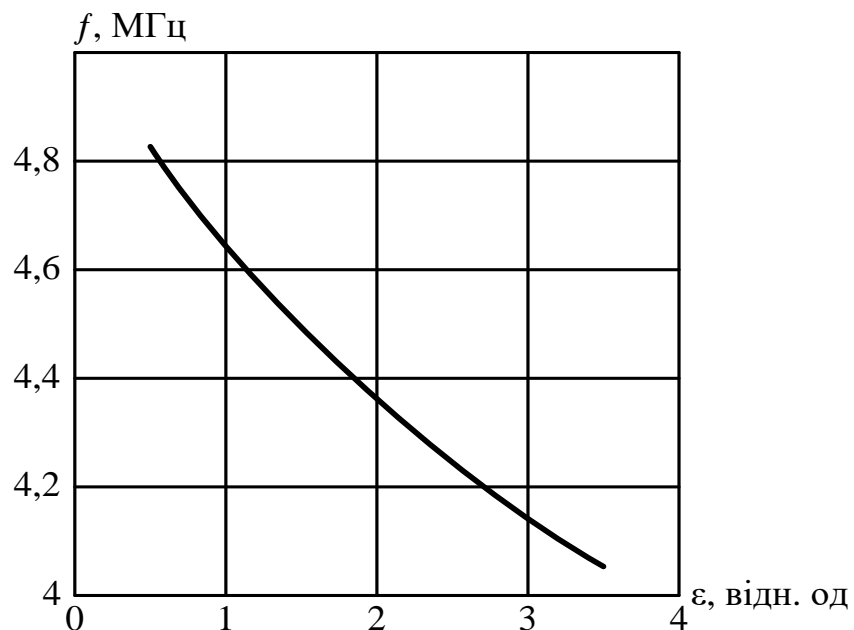


Рисунок 10 – Залежність частоти вихідного сигналу генератора від діелектричної проникності

З рисунка 10 випливає, що при зміні діелектричної проникності в діапазоні від 0,5 до 3,43 частота вихідного сигналу синусоїдального генератора сигналу



змінюється від 4,82 МГц до 4,06 МГц за нелінійним законом.

Для подальшої обробки сигналу в цифровій частині електронного пристрою необхідно перетворити синусоїдальний сигнал прямокутні імпульси за допомогою компаратора. При значенні амплітуди вихідного сигналу генератора менше рівня логічної одиниці необхідно попередньо посилити синусоїдальний сигнал перед подачею на компаратор.

Використовуючи вирази (1) і (4) отримаємо математичну модель електронного пристрою визначення октанового числа бензину, створеного на базі ємнісного датчика циліндричної форми і включеного в коливальний контур синусоїдального генератора сигналу, зібраного за схемою Клаппа:

$$A(f, T) = \frac{X}{[1 + \alpha \cdot (T - 20)] \cdot 2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}} \cdot \left( \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot L_x - \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}} - C_3 \right)$$

Висновок.

Таким чином, величина та точність визначення октанового числа залежатиме від величини та точності вимірювання частоти вихідного сигналу генератора та температури зразка бензину.

Однак недоліком даного методу вимірювання є недостатня точність визначення якості бензину, тому що в ньому не вимірюється відсотковий вміст води. Тому для підвищення точності вимірювання необхідно виконати такі завдання.

1. Проаналізувати вплив вмісту води у бензині на його якість.
2. Вивчити методи визначення відсоткового вмісту води у бензині.
3. Доопрацювати структурну схему пристрою з урахуванням аналізу вмісту води у бензині.
4. Розробити схему електронного пристрою з урахуванням аналізу вмісту води у бензині, дослідити його основні характеристики.

						ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			23

## З РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЄКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

### 3.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою

Схема алгоритму функціонування проєктованого пристрою наведена на рис. 11. Пристрій вмикається одиночним імпульсом з генератора. За цим сигналом передавач переносить на резонансну частоту ультразвукового випромінювача.

В сучасних звукових випромінювачах, ця частота дорівнює 40, 200 або 400 кГц. Імпульс з датчика передавача випромінюється у бензобак автомобіля. На протилежному боці бензобака ультразвуковий приймач приймає цей імпульс. Селективний детектор перетворює його на імпульс постійного струму, з затримкою щодо імпульсу одиночного імпульсу на час поширення ультразвуку в бензині. Цей час дорівнює

$$\Delta t = L/V,$$

де  $L$  - відстань між випромінювачем та приймачем ультразвуку;

$V$  - швидкість поширення ультразвуку в бензині.

Тривалість імпульсу  $\Delta t$  формується за фронтами випромінюваного та прийнятого імпульсів. Лічильник підраховує імпульси з генератора. В процесі підрахунку імпульси багаторазово переповнюються так як використовується лише сім розрядів лічильника з кінцевим числом не більше 127. Після переповнення в них знаходиться залишок від ділення числа підрахованих імпульсів на 128 ( $N \bmod$ ). Для чотирьох еталонів марок бензину вони будуть різні.

Вимірявши її і знаючи відстань між випромінювачем і приймачем, можна обчислити швидкість  $V$  і оцінити октанове число бензину. Для вимірювання тривалості імпульс заповнюють наступними з відомим періодом лічильними імпульсами і підраховують їх число. Потім це число порівнюють з еталонними константами для різних марок бензину, і за результатами порівняння, що виводяться на світлодіодний індикатор, роблять висновок про марку та якість бензину.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		24





Сигнал частотою 40 кГц поступає на датчик випромінювання ультразвукового сигналу, а з його виходу на датчик приймача через бензин бака автомобіля. За рахунок використання одного й того ж генератора детектора для формування випромінюючого імпульсу та детектування прийнятого імпульсу, забезпечується стійке налагодження приймача на сигнал передатчика. Сигнал з датчика приймача сигналу на селективний детектор поступає через блок підсилення сигналу.

Лічильник підраховує імпульси з генератора. В процесі підрахунку імпульси багаторазово переповнюються так як використовується лише сім розрядів лічильника з кінцевим числом не більше 127. Після переповнення в них знаходиться залишок від ділення числа підрахованих імпульсів на 128 ( $N \bmod$ ). Для чотирьох еталонів марок бензину вони будуть різні.

Імпульси з виходу лічильника поступають на перші входи цифрових компараторів. На другі входи компараторів за допомогою перемикача константи марки бензину, послідовно подаються числа, які відповідають еталонній тривалості затримки для чотирьох марок бензину. Ці числа поступають на компаратори з виходів відповідних буферних інверторів.

За другою довжиною мірного відрізка (довжини бензобаку) зразкове число  $N$  змінюється пропорційно, потім беруться від їх ділення на 128. Марку бензину визначаємо за блоком індикації. Якщо при положенні перемикача константи на позначку певної марки бензину, октанове число його менше еталонного, то засвітиться червоний світлодіод. Якщо відповідає еталонному, включиться жовтий світло діод. Якщо ж більше, то буде світитися зелений світлодіод. Такі ж дії виконуються по відношенню до інших марок бензину.

Достовірність вимірювання октанового числа бензину залежить також від температури бензину. Вона повинна бути в межах від  $18^{\circ}\text{C}$  до  $26^{\circ}\text{C}$ .

Значення швидкості поширення ультразвуку за різної температури в бензинах, що використовуються в даний час в автомобільних двигунах і в повітрі, наведені в табл. 3.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблиця 3- Швидкості поширення ультразвуку за різної температури

Температура, °С	Середовище				
	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	Повітря
-20	1329	1376	1374	1380	319
-10	1283	1320	1327	1335	325
0	1238	1273	1281	1291	331
10	1 189	1226	1235	1242	337
20	1 141	1179	1188	1196	343
30	1095	1132	1142	1151	349

Так як швидкість поширення ультразвуку в бензині істотно залежить від температури, вимірювальну установку оснащують термостатом, вбудувавши в бак з бензином датчик температури та нагрівач. Це значно підвищує точність виміру, особливо у зимовий час.



- максимальний вихідний струм низького рівня = 0,45 мА;
- максимальний вихідний струм високого рівня = 0,55 мА;
- час затримки розповсюдження сигналу при включенні та вимкненні - не більше 80 нс;
- напруга живлення номінальна = 10 В;
- граничний діапазон напруги живлення - від 3 до 15 В;
- температура навколишнього середовища – від -45 до +85°С.

К561ЛА7 цоколівка:

- 1 та 2, 5 та 6, 8 та 9, 12 та 13 - відповідно входи першого - четвертого логічних елементів;
- 3, 4, 10 та 11 - виходи логічних елементів.

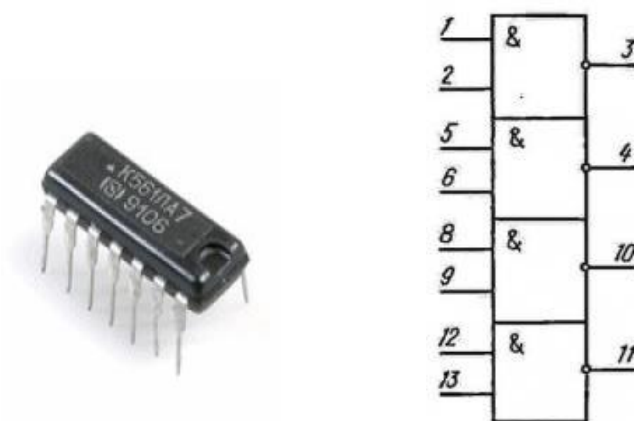


Рисунок 13 – Зовнішній вигляд та функціональне позначення К561ЛА7

Таблиця істинності.

a	b	c
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

### КР140УД608.

Мікросхеми КР140УД608 (рис. 14) є операційними підсилювачами середньої точності з транзисторами на вході з надвисоким посиленням, з



малими вхідними струмами, з внутрішньою частотною корекцією і схемою захисту виходу від короткого замикання.

Призначені для застосування у вузлах та блоках радіоелектронної апаратури загального призначення. Конструктивно оформлені у 8-вивідному пластмасовому корпусі з двостороннім розташуванням виводів для монтажу в отвори друкованих плат. Маркуються цифро-літерним кодом на корпусі мікросхеми. Містять 45 інтегральних елементів. Корпус КР140УД608 типу 2101.8-1, маса трохи більше 1,1 г.

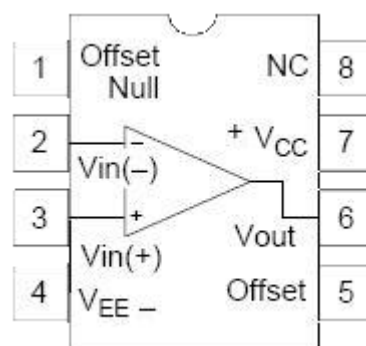
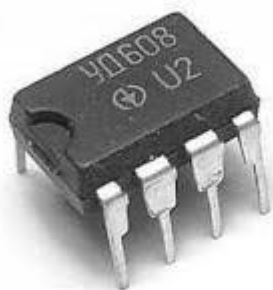


Рисунок 14- Зовнішній вигляд КР140УД608 та цоколівка виводів

Універсальний операційний підсилювач КР140УД608 широкого застосування з внутрішньою частотною корекцією, захистом виходу від короткого замикання та можливістю балансування. КР140УД608 містить вхідний диференціальний повторювач на "супербетта" транзисторах, що дозволяє зменшити вхідні струми.

Основні характеристики КР140УД608:

- напруга живлення (ном.)  $\pm 15\text{В}$ ;
- напруга живлення (дод.)  $\pm 5.. \pm 18\text{В}$ ;
- струм споживання, не більше  $\pm 2,8\text{мА}$ ;
- максимальна вихідна напруга  $\pm 11\text{В}$ ;
- максимальна синфазна вхідна напруга  $11\text{В}$ ;
- максимальна вхідна диференціальна напруга  $30\text{В}$ ;

- напруга усунення нуля  $\pm 5\text{мВ}$ ;
- вхідний струм,  $30\text{нА}$ ;
- різниця вхідних струмів, не більше  $10\text{нА}$ ;
- коефіцієнт посилення напруги  $>70000$ ;
- коефіцієнт ослаблення синфазної вхідної напруги  $> 80\text{дБ}$ ;
- вхідний опір  $> 1\text{МОм}$ ;
- частота одиничного посилення  $1\text{мГц}$ ;
- швидкість наростання (макс.)  $>2,5\text{В/мкс}$ ;
- максимальний вихідний струм  $25\text{мА}$ ;
- температурний діапазон  $-20..+70\text{оС}$ ;
- аналоги МС1456G.

### **LM567CN Тональний декодер, (PLL)**

Мікросхема LM567 (рис. 15) та LM567C компанії Texas Instruments (також існують аналоги від інших виробників NE567, SE567) – це тональний декодер загального призначення, розроблений для управління транзисторним ключем, коли на вході є сигнал у заданому частотному діапазоні. У мікросхемі міститься детектор I і Q, що тактується генератором, який керується напругою, що визначає центральну частоту декодера. Зовнішні компоненти використовуються для незалежної установки центральної частоти, смуги пропускання та вихідної затримки.

Області застосування:

- Декодування сигналів тонального дзвінка (Touch Tone).
- Точний генератор.
- Моніторинг частоти та керування.
- Демодуляція широкосмугового FSK.
- Управління ультразвуковими пристроями.
- Дистанційне керування за допомогою несучої.
- Декодери для пейджерів.

Технічні характеристики LM567CN:

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Корпус 8-MDIP.

Корпус (розмір) 8-DIP (0.300", 7.62mm).

Тип монтажу Вивідний.

Робоча температура 0°C ~ 70°C.

Потужність (Ватт) 1.10W.

Струм вихідний 12mA.

Число каналів 1.

Напруга живлення 4.75 V ~ 9 V.

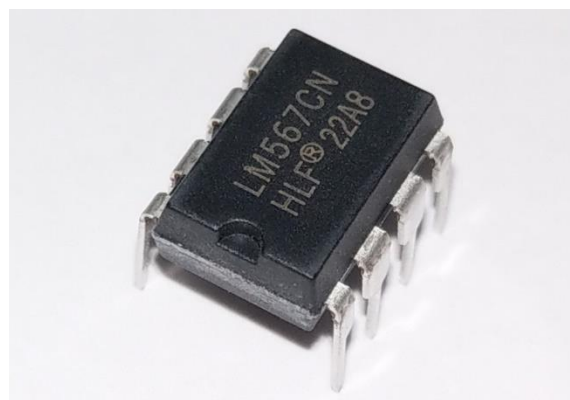
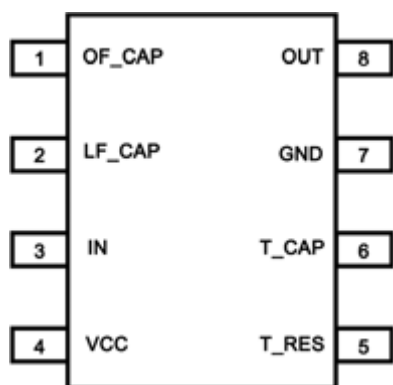


Рисунок 15 – Цоколівка та зовнішній вигляд декодера

### Мікросхема К561ІЕ20 (лічильник).

Мікросхема КР1561ІЕ20 (рис. 16) дванадцятирозрядний двійковий лічильник з коефіцієнтами розподілу  $2^{12} = 4096$ . У неї два входи R (для встановлення нульового стану) та C (для подачі тактових імпульсів). При логічній одиниці на вході R лічильник встановлюється в нульовий стан, а при логічному нулі вважає за спадами імпульсів, що надходять на вхід.

Мікросхема багато в чому повторює мікросхему К561ІЕ16, тому її можна використовувати для поділу частоти на коефіцієнти, що є ступенем числа.

При дещо незвичайному включенні на її основі можна зібрати дільник із змінним коефіцієнтом поділу (К561ІЕ16 - від 200 до 15000, К561ІЕ20 - від 10 до 4000). Однак для отримання деяких коефіцієнтів поділу, наприклад, 100, К561ІЕ16 не вистачає "пропущених" виходів 2 і 4.





**Характеристики транзистора 2N7000.** Транзистор 2N7000 (рис. 18) за своїми технічними характеристиками являє собою N-канальний польовий транзистор. Він виготовлений за DMOS-технологією, що широко застосовується у своїх рішеннях на початку 90-х компанією Fairchild Semiconductor. Підходить для експлуатації в додатках з невеликими струмами, що не перевищують 0.4 А, або імпульсними до 2.0 А. Досить часто використовується в пристроях управління сервоприводами або потужнішими польовиками MOSFET у вторинних схемах живлення.

Максимальні характеристики 2N7000 (T<sub>A</sub>=+25°C):

- напруга: C-I (V<sub>DSS</sub>) до 60 В;
- З-З (V<sub>DRG</sub>) до 60, при (R<sub>GS</sub> < 1 МОм);
- З-I (V<sub>GSS</sub>) ± 20 або ± 40, при t<sub>p</sub><50 мкс;
- струм (I<sub>D</sub>): постійний до 200 мА;
- імпульсний до 500 мА; потужність, що розсіюється (P<sub>D</sub>): до 400 мВт;
- температури зберігання та роботи (T<sub>STG</sub>, T<sub>J</sub>): -55 ... +150 °C;
- максимальна напруга "стік"- "витік": 60V;
- тип корпусу: TO-92.

Вищезазначені параметри справедливі, коли температура навколишнього середовища не перевищує +25°C, якщо немає інших даних. Не допускається тривала експлуатація пристрою на максимальних значеннях або їх перевищення. В останньому випадку транзистор найчастіше виходить з ладу.



Рисунок 18 – Зовнішній вигляд транзистора 2N7000

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

### Основні характеристики датчика ультразвукового МА40S4S:

Датчик МА40S4S (рис. 19), передавач ультразвуковий - 40кГц. Ультразвукові датчики / випромінювачі серії МА40 відрізняються компактністю та високою чутливістю. Застосування: охоронні системи, автоматичні двері, системи детектування руху, системи детектування, положення герметичні: автомобільні сонари, паркувальники, вимірювачі рівня рідини.

Технічні характеристики:

- робоча частота, кГц: 40;
- діаметр корпусу, мм: 10;
- діапазон температур: -40...85;
- вага, г: 0.5.



Рисунок 19 – Зовнішній вигляд датчика МА40S4S

### Приймач ультразвуковий МА40S4R (рис. 20).

Ультразвукові датчики/випромінювачі серії МА40 відрізняються компактністю та високою чутливістю.

Застосування:

- відкриті: охоронні системи, автоматичні двері, системи детектування руху, системи детектування положення;
- герметичні: автомобільні сонари, вимірювачі рівня рідини.

Характеристики:

- базова частота (f), кГц 40;
- напруга живлення (Uпід), В 20;
- кут огляду 80;

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- робоча температура (Траб), ° С -40 ... +85.



Рисунок 20 – Зовнішній вигляд датчика MA40S4R

**К1564ЛА3 мікросхема** (рис. 21) логіки – буферний підсилювач без інверсії (АПЗ), являється аналогом SN74HC240. У корпусі мікросхеми два буферних підсилювачів. Перший має чотири входи та чотири інверсних виходи, а другий – чотири входи та три інверсні виходи. Мікросхема має 20 виводів, напруга живлення 5В.

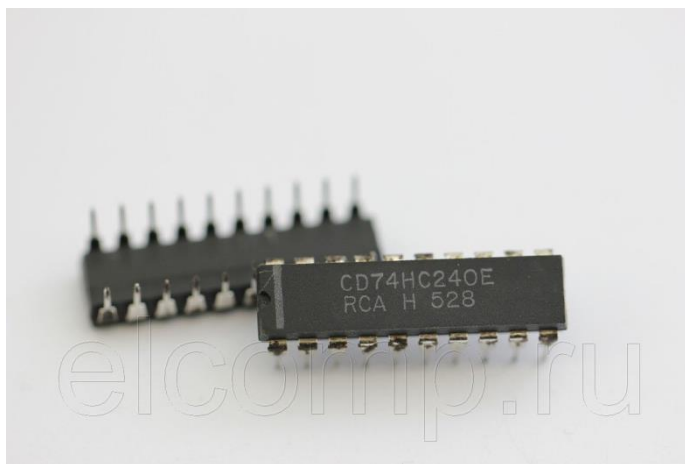


Рисунок 21 – Буферний підсилювач SN74HC240

**LM56ВІМ** (рис. 22) — це прецизійний датчик термостата з двома стабільними температурними точками спрацьовування (VT1 і VT2), які генеруються шляхом розподілу опорної напруги 1,250 В забороненої зони пристрою за допомогою 3 зовнішніх резисторів.

Прилад має два цифрових виходи. OUT1 стає LOW, коли температура перевищує T1, і стає HIGH, коли температура падає нижче (T1-THYST)

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ					



Подібним чином, OUT2 стає НИЗЬКИМ, коли температура перевищує T2, і стає ВИСОКИМ, коли температура падає нижче (T2-THYST). THYST — типовий гістерезис 5°C, встановлений внутрішньо.

Особливість:

- Цифрові виходи підтримують рівні логіки TTL;
- Внутрішній датчик температури;
- 2 внутрішніх компаратора з гістерезисом;
- Внутрішня опорна напруга.

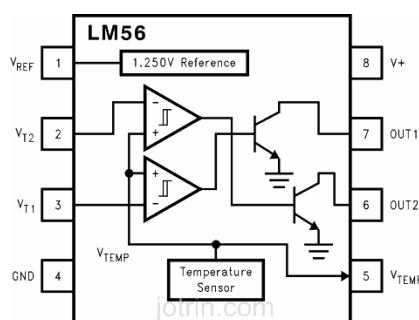


Рисунок 22 – Зовнішній вигляд та цоколівка виводів датчика LM56BIM

### Опис АЛ307ДМ діод світло випромінюючий.

АЛ307ДМ - пристрій, що використовує оптичні властивості для своєї роботи: генерації, детектування, перетворення та передачі інформаційного сигналу. Світлодіодний діод АЛ307ДМ широко використовується в мікроелектронній і електротехнічній апаратурі для забезпечення електричної розв'язки при передачі інформаційних сигналів, безконтактної комутації сильнопоточних і високовольтних ланцюгів і створення фотоприймачів, що перебудовуються в пристроях контролю і регулювання, а також в радіоелектронній апаратурі, приладах.

Діоди АЛ307ДМ світловипромінюючі, з розсіяним випромінюванням, епітаксійні.

Виготовляються на основі сполук галій-алюміній-миш'як АЛ307АМ, АЛ307БМ та фосфіду галію АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ІМ, АЛ307ЛМ.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Випускаються у пластмасових корпусах.

Маркування світлодіодів наводиться на груповій тарі.

Маса діода трохи більше 0,35 р.

Основні технічні параметри світлодіода АЛ307ДМ:

- колір випромінювання: жовтий;
- сила світла: щонайменше 0,4 кд/м<sup>2</sup>;
- постійна пряма напруга: не більше 2;
- максимум спектрального розподілу: 0,567 мкм;
- максимально допустимий постійний прямий струм: 22 мА;
- максимальний імпульсний струм при заданій тривалості імпульсу: 60 мА;
- максимально допустима зворотна постійна напруга: 2,5 В;
- максимально допустима імпульсна зворотна постійна напруга: 2В.

#### **4.2 Розробка принципової схеми пристрою та розрахунок основних вузлів схеми**

4.2.1 Розробка принципової схеми пристрою. Принципова електрична схема наведена у додатку А.

Принципова схема октаномера, що працює за описаним принципом, представлена в додатку А. Передавач та селективний детектор ультразвукового сигналу побудовані на базі мікросхеми тонального декодера LM567 (DA2). Ця мікросхема є синхронним детектором, опорний генератор якого охоплений петлею ФАПЧ. Генератор можна налаштувати на будь-яку частоту F від 100 Гц до 500 кГц, вибравши відповідні параметри елементів C6, R9 та R10:

$$F = 1/(1,1 \cdot C6 \cdot (R9 + R10)).$$

Оскільки в приладі використовуються ультразвукові перетворювачі МА40S4R (ВМ1) та МА40S4S (ВА1) з резонансною частотою 40 кГц [3], то частота генератора повинна бути такою ж. За рахунок використання одного і того ж генератора для формування випромінюваного імпульсу та детектування

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		40

прийнятого забезпечується стійке налаштування приймача на сигнал передавача.

Кварцовий генератор на логічному елементі DD8.4 формує лічильні імпульси частотою 1 МГц, що заповнюють за допомогою елемента DD8.3 імпульс різниці випромінюваного та прийнятого сигналів, що утворюється на виході елемента DD 8. 1.

Таким чином, число імпульсів, що пройшли через елемент DD8.3, дорівнює тривалості проходження ультразвуком мірного відрізка бензину, вираженої в мікросекундах. Для бензину різних марок при температурі 20°C та довжині мірного відрізка 1 м це число (N) зазначено у табл. 4.

Таблиця 4- Тривалість проходження ультразвуком мірного відрізка бензину

Бензин	N	N mod 128
АИ-80	876	108
АИ-Э2	848	80
АИ-95	842	74
АИ-98	836	68

Імпульси підраховує лічильник DD1. Оскільки використовуються лише сім його розрядів, у яких може міститися число трохи більше 127, у процесі рахунки вони багаторазово переповнюються і його завершенні у яких перебуває залишок від розподілу числа підрахованих імпульсів на 128 ( $N \bmod 128$ ). Ці залишки також зазначені у табл. 2. Оскільки різниця між максимально та мінімально можливими значеннями залишків числа імпульсів не перевищує 127, неоднозначності відліку при аналізі стану лише семи розрядів лічильника не виникає.

Число з виходів лічильника надходить однією з входів цифрового компаратора на мікросхемах DD3 і DD5. На другий вхід компаратора за допомогою перемикача SA1 по черзі подають числа, що відповідають еталонної

тривалості затримки для чотирьох марок бензину. Ці числа встановлюються на входах буферних елементів DD2, DD4, DD6 та DD9 в інверсному двійковому коді, оскільки ці елементи - інвертують. Оскільки виходи цих елементів мають три стани, їх можна поєднати в загальну шину, що й зроблено в октанометрі.

При іншій довжині мірного відрізка (довжині бензобака) зразкові числа N змінюються пропорційно, потім беруться залишки від поділу на 128.

Приставаючи до вимірювання октанового числа бензину, слід встановити перемикач SA1 у положення "AI-80". Потім обнулити лічильник натисканням на кнопку SB1 і, натиснувши на кнопку SB2, виміряти. Якщо октанове число бензину менше еталонного для бензину цієї марки, то увімкнеться червоний світлодіод HL3. Якщо воно дорівнює еталонному, увімкнеться жовтий світлодіод HL2. Якщо більше, то буде увімкнено зелений світлодіод HL1. В останньому випадку слід послідовно переводити перемикач SA1 на положення, що відповідають великим октановим числам, продовжуючи спостерігати за світлодіодами.

Налагодження приладу зводиться до встановлення частоти 40 кГц на виведенні мікросхеми 5 DA3 за допомогою підстроювального резистора R9. Якщо використовувати більш високочастотні ультразвукові перетворювачі на 100 або 200 кГц, частоту генератора необхідно відповідно збільшити. Однак слід мати на увазі, що з підвищенням частоти ультразвуку його згасання в бензині зростає. Тому розміри бака, в якому виробляються виміри, доведеться зменшити, а це збільшить похибку приладу.

Цифрові мікросхеми, які використовуються в октанометрі, можна замінити їх імпортованими аналогами серій 4000 та 74НС. Замість стабілізатора напруги LT3013EFE підійде будь-який лінійний стабілізатор з регульованою або фіксованою вихідною напругою 5 В та максимальним струмом навантаження не менше 100 мА. Оскільки на стабілізаторі розсіюється потужність близько 0,7 Вт, його потрібно забезпечити тепловідведення.

Схема термостата показана на рис. 23. Він побудований на спеціалізованій

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

мікросхемі термостата LM56BIM (DA1), яка має вбудований датчик температури та джерело зразкової напруги 1,25 В (висновок 1). Температуру включення та вимикання нагрівача задають значеннями напруги відповідно на входах UTL (вивід 3) та UTH (вивід 2), які повинні дорівнювати:

$$U_{TL} = 0,0062 \cdot T_L + 0,395$$

$$U_{TH} = 0,0062 \cdot T_H + 0,395,$$

де  $T_L$  і  $T_H$  - задані значення температури відповідно до включення та вимикання нагрівача, °C.

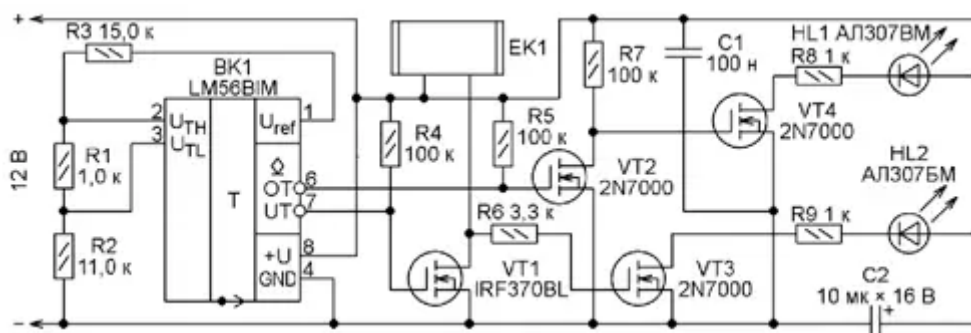


Рисунок 23 - Схема термостата

Ці напруги отримують із зразкової напруги  $U_{ref}$  (вивід 1) за допомогою резистивного діляника напруги R1-R3. Задавшись значенням  $R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3$ , опори цих резисторів можна розрахувати за формулами:

$$R_2 = U_{TL} \cdot R_{\Sigma} / 1,25.$$

$$R_1 = (U_{TH} \cdot R_{\Sigma} / 1,25) - R_2.$$

$$R_3 = R_{\Sigma} - R_1 - R_2.$$

Вказані на схемі номінали резисторів R1-R3 забезпечують температуру включення нагрівача близько 18° C, а температуру його вимикання близько 26° C. Якщо температура бензину менше 18° C, світиться світлодіод HL2 і включається нагрівальний елемент EK1. Якщо температура вище 26° C, нагрівач вимикається, але включається світлодіод HL1. Отже, коли включений будь-який із

світлодіодів, вимірювати октанове число бензину не варто.

Для правильного вимірювання температури бензину корпус мікросхеми LM56ВІМ повинен мати добрий тепловий контакт із бензобаком. Для підігріву бензобака використані самоклеючі нагрівальні фолії.

#### 4.2.2 Розрахунок основних вузлів принципової схеми пристрою

##### **Розрахунок ключа на польовому транзисторі.**

Польові транзистори зручні тим, що керуються виключно напругою: якщо напруга на затворі більша за порогову, то транзистор відкривається. При цьому керуючий струм через транзистор, поки він відкритий або закритий не тече. Це значна перевага перед біполярними транзисторами, у яких струм протікає весь час, поки відкритий транзистор.

На практиці частіше використовують n-канальні польові транзистори. Це пов'язано з тим, що n-канальні транзистори дешевші і мають кращі характеристики. Схема ключа на польовому транзисторі наведена на рис. 24.

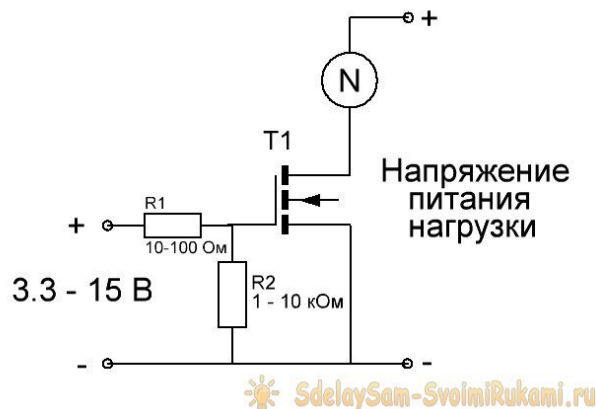


Рисунок 24 – Ключ на польовому транзисторі

Резистор R1 в ній є струмообмежуючим, він потрібен для того, щоб зменшити струм, що споживається затвором у момент відкриття, без нього транзистор може вийти з ладу. Номінал цього резистора можна спокійно змінювати в широких межах, від 10 до 100 Ом, це не вплине на роботу схеми.

Резистор R2 підтягує затвор до початку, тим самим зрівнює їх потенціали тоді, коли на затвор не подається напруга. Без нього затвор

залишиться «висіти у повітрі» і транзистор не зможе гарантовано закритися. Номінал цього резистора також можна змінювати у межах – від 1 до 10 кОм.

Транзистор T1 – польовий N-канальний транзистор. Його потрібно вибирати виходячи з потужності, споживаного навантаженням і величини напруги, що управляє. Якщо воно менше 7 вольт, слід взяти так званий «логічний» польовий транзистор, який надійно відкриває від напруги 3.3 – 5 вольт. При цьому слід звернути увагу на таку характеристику як опір відкритого каналу. Транзистори не ідеальні, і навіть у відкритому стані опір переходу стік - витік не дорівнює нулю. Найчастіше воно становить соті частки Ома, що зовсім не критично при комутації навантаження невеликої потужності, але дуже суттєво при великих струмах. Тому, щоб зменшити падіння напруги на транзисторі і, відповідно, зменшити його нагрівання, потрібно вибирати транзистор з найменшим опором відкритого каналу.

В нашому випадку ключ блока індикації реалізований на польовому транзисторі 2N7000. Транзистор 2N7000 за своїми технічними характеристиками являє собою N-канальний польовий транзистор. Підходить для експлуатації в схемах з невеликими струмами, що не перевищують 0.4 А, або імпульсними до 2,0 А. Досить часто використовується в пристроях управління сервоприводами або потужнішими польовиками MOSFET у вторинних схемах живлення.

Характеристики 2N7000:

- опір каналу насиченого транзистора 0,15Ом;
- $3-I (VGSS) \pm 20$  або  $\pm 40$ , при  $t_p < 50$  мкс;
- струм ( $I_D$ ): постійний до 200 мА;
- імпульсний струм до 500 мА;
- потужність, що розсіюється до 400 мВт;
- максимальна напруга "стік"- "витік": 60V;

У якості навантаження ключа, служить світлодіод АЛ307ДМ.

**Основні технічні параметри світлодіода АЛ307ДМ:**

- колір випромінювання: жовтий;
- сила світла: щонайменше 0,4 кд/м<sup>2</sup>;

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- постійна пряма напруга: не більше 2;
- максимально допустимий постійний прямий струм: 22 мА;
- максимальний імпульсний струм при заданій тривалості імпульсу: 60 мА;
- максимально допустима зворотна постійна напруга: 2,5 В;
- максимально допустима імпульсна зворотна постійна напруга: 2В.

Напруга живлення ключа +9,0В. Тоді величину обмежувального резистора струму світло діода при насиченому транзисторі, розрахуємо за формулою:

$$R_{обм} = (U_{ж} - U_{VDпр}) / I_{VDпр max} = (9 - 2.0) / 22 \cdot 10^{-3} = 319 \text{ Ом.}$$

Вибираємо резистор С2-22-33-0,5 320 Ом  $\pm 5\%$ .

Потужність, яка розсіюється на резисторі:

$$P_{R_{обм}} = I_{VD}^2 \cdot R_{обм} = 0.002^2 \cdot 320 = 0.155 \text{ Вт} = 155 \text{ мВт.}$$

Напруга, яка падає в каналі насиченого транзистора:

$$U_{VTкан} = I_{VDпр} \cdot R_{кан} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15 = 3,3 \text{ мВ.}$$

### Розрахунок кварцового генератора на цифровій мікросхемі К561ЛА7.

Набагато більшу стабільність мають кварцові генератори. Схему на одному інверторі можна використовувати і для побудови кварцових генераторів. Найчастіше застосовуються КМОП мікросхеми. У цьому випадку в ємнісній триточці (схемі Пірса) замість індуктивності слід включити кварцовий резонатор. Схема кварцового генератора на одному логічному інверторі наведено на рис. 25.

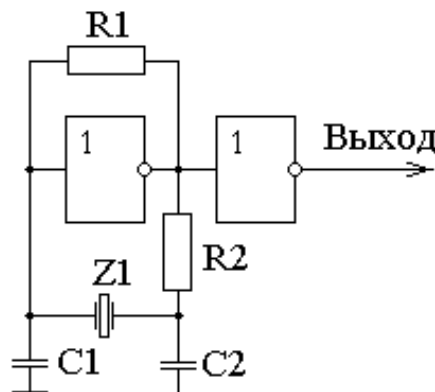


Рисунок 25 - Схема кварцового генератора на логічному інверторі



Ємності в частотозадаючому ланцюжку зазвичай вибираються в межах від 10 до 30 пФ. Значення цих ємностей визначається значенням ємності кварцетримача, що коливається від 3 до 5 пФ. Ця схема використовується в більшості цифрових мікросхем, таких як мікропроцесори або мікроконтролери як тактовий генератор.

Співвідношення ємностей задає глибину зворотного зв'язку, отже стійкість запуску генератора діапазоні температур. На високих частотах ємності зазвичай вибираються рівними. У низькочастотних генераторах ємність  $C1$  бажано вибирати менше ємності конденсатора  $C2$ .

Це забезпечить більшу напругу на вході інвертора, що приведе до меншого споживання струму. При необхідності підстроювання частоти генератора як ємність  $C2$  може бути використаний підстроювальний конденсатор.

Кварцовий резонатор не пропускає постійний струм, для забезпечення автоматичного запуску генератора доводиться використовувати додаткові резистори. У схемі малюнку 3 це резистори  $R1$  і  $R2$ . Резистор  $R1$  переводить інвертор на активний режим. Співвідношення номіналів резисторів  $R1/R2$  визначає коефіцієнт посилення активного елемента генераторів.

При використанні дуже високочастотних кварцових резонаторів резистор  $R2$  для полегшення самозбудження генератора може бути відсутнім. Працюючи з низькочастотними кварцовими резонаторами резистор  $R2$  і ємність  $C2$  забезпечують необхідний фазовий зсув і запобігають самозбудження генератора на частоті ємності кварцедержателя. Крім того, резистор  $R2$  обмежує потужність, що розсіюється на кристалі кварцу, що дозволяє використовувати в генераторі малогабаритні кристали.

Досить часто виникає необхідність зупиняти генератор для економії споживання електроенергії. У цьому випадку замість логічного інвертора можна використати схему "2I-НІ". Подібна схема наведена рис. 26.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



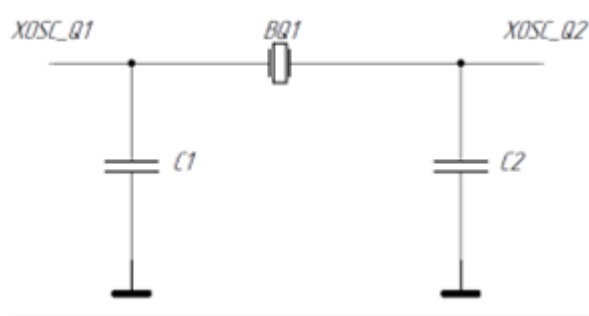


Рисунок 27 - Схема підключення кварцевого резонатора

Навантажувальна ємність резонатора  $C_L$ , визначається за формулою:

$$C_L = [1 / (1/C_1 + 1/C_2)] + C_{\text{пар}}. \quad (1.1)$$

Приймаємо  $C_1 = C_2$ , тоді із попередньої формули:

$$C_1 = C_2 = 2 \cdot (C_L - C_{\text{пар}}) = 2 \cdot (20 - 5) = 30 \text{ пФ}. \quad (1.2)$$

При необхідності підстроювання робочої частоти кварцового генератора паралельно  $C_2$  може бути підключений конденсатор підлаштування.



Продовження таблиці 5

Індикатори				
	АЛ307ВМ	1	5,6	5,6
	АЛ307ДМ	1	5,6	5,6
	АЛ307БМ	1	5,6	5,6
Датчики				
	МА40S4S	1	63	63
	МА40S4R	1	67	67
Мікросхеми				
	LT3013EFE	1	24	24
	КР140УД608	1	18	18
	LM567CN	1	27	27
	К1564АПЗ	4	19	76
	К561ИП2	2	22	44
	К561ЛА3	2	14	28
Резистори				
	С2 – 33И-100к ±5%	8	0,47	3,76
	С2 – 33И-3,9к ±5%	1	0,51	0,51
	С2 – 33И-220к ±5%	2	0,53	1,06
	С2 – 33И-3к ±5%	1	0,67	0,67
	С2 – 33И-750к ±5%	1	0,71	0,71
	С2 – 33И-240к ±5%	1	0,68	0,68
	СП4 – 3- 1к ±5%	1	2,48	2,48
	С2 – 33И-1к ±5%	2	0,5	1,0
	С2 – 33Н-1,8к ±5%	1	0,46	0,46
	С2 – 33И-470Ом ±5%	3	0,46	1,38
	С2 – 33И-510к ±5%	1	0,64	0,64
	С2 – 33-1,0МОм ±5%	1	0,62	0,62
Транзистори				
	2N7000	5	34	170
	Всього			605

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблиця 6 – Приклад розрахунку витрат на сировину та матеріали

Матеріал, сировина	Одиниця виміру	Норма витрати	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн.
Склотекстоліт	м <sup>2</sup>	0,05	95	4,75
Каніфоль	кг	0,04	16	0,64
Флюс	кг	0,02	140	2,8
Припій	Кг	0,06	260	15,6
Лак	Кг	0,01	310	3,1
Сумарні витрати				27,0

З урахуванням транспортно-заготівельних витрат ( $k_{m-3}=5\div 15\%$ ) вартість комплектуючих та матеріалів складе:

$$KM = (605+27) (100+10)/100 = 695 \text{ грн.}$$

Витрати на основну заробітну плату ( $Z_0$ ):

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n T_{z_i} \cdot N_{ч_i} \cdot n$$

де  $T_{z_i}$  – годинна тарифна ставка окремого спеціаліста (інженера електронщика, лаборанта тощо), що задіяний у виробництві пристрою (установки), грн/год;

$N_{ч_i}$  – витрачений час робітником на виробництво і наладку пристрою (установки);

$n$  – кількість працівників, які задіяні у виробництві пристрою (установки).

Годинна тарифна ставка розраховується, виходячи з величини місячного окладу спеціаліста:

$$T_{z_i} = \frac{T_{M_i}}{V\phi_i \cdot 8} = \frac{8000}{23 \cdot 8} = 43,5 \text{ грн.}$$

$T_{M_i}$  – місячний оклад (ставка) спеціаліста, грн;

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



$$V_A = 30 * 1,5 = 6960 * 1,5 = 10440 \text{ грн.}$$

Зовнішні виробничі витрати, які мають зв'язок зі збутом виробів, складають 5-10% від виробничої собівартості:

$$V_{ЗВ} = C_B * 0,1 = 34825 * 0,1 = 3482 \text{ грн.}$$

Повна собівартість:

$$ПС = C_B + V_A + V_{ЗВ} = 34825 + 10440 + 3482 = 48747 \text{ грн.}$$

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції, який встановлює підприємство

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100\%,$$

де  $R$  – рентабельність пристрою в розмірі 30% від його собівартості.

Таблиця 7 – Калькуляція собівартості пристрою

Стаття калькуляції	Витрати, грн
Матеріали та комплектуючі	695
Витрати на основну заробітну плату	6960
Додаткова заробітна плата	1740
Витрати на соціальні заходи	3158
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	9744
Загальновиробничі витрати	3482
<b>Виробнича собівартість</b>	<b>25779</b>
Адміністративні витрати	10440
Витрати на збут	3482
<b>Повна собівартість пристрою</b>	<b>39701</b>



Відповідно оптова ціна пристрою визначається

$$C_{opt} = C + \frac{R \cdot C}{100},$$

$$C_{opt} = 39701 + \frac{39701 \cdot 0,3}{100} = 39820 \text{ грн.}$$

Визначення відпускної ціни пристрою. Відпускна ціна включає податок на додану вартість:

$$C_{розд} = C_{opt} \cdot 1,2,$$

де 20% - ПДВ.

$$C_{розд} = 39820 \cdot 1,2 = 47784 \text{ грн.}$$

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

## Висновки

Існують різноманітні методи експрес-аналізу бензину, які передбачають використання спеціального сертифікованого обладнання. Вони досить дорогі та впроваджуються лише на підприємствах паливної промисловості та АЗС. Втім, сьогодні можливість перевірки якості пального, так би мовити, у порядку індивідуального нагляду, надано автолюбителям.

У кваліфікаційній роботі розроблений не дорогий пристрій контролю якості палива на основі ультразвукового метода визначення октанового числа бензину. В його основі лежить вимір швидкості поширення ультразвуку в бензині.

Наявність простого та доступного для всіх автолюбителів пристрою контролю октанового числа бензину, сьогодні актуальна.

Поширення ультразвуку - це процес переміщення у просторі та в часі збурень, що мають місце у звуковій хвилі.

Імпульс з датчика передавача випромінюється у бензобак автомобіля. На протилежному боці бензобака ультразвуковий приймач приймає цей імпульс. Селективний детектор перетворює його на імпульс постійного струму, з затримкою щодо імпульсу одиночного імпульсу на час поширення ультразвуку в бензині. Для чотирьох еталонів марок бензину вони будуть різні. Відповідно такій затримці можна судити про октанове число марки бензину.

Працюють ультразвукові датчики, ґрунтуючись на взаємодії коливань ультразвуку з вимірюваним простором. Ультразвукові коливання – це механічні коливання, які відбуваються із частотою понад 20000 Гц, отже, більше верхньої межі коливань звуку, сприйманого людиною.

Поширення таких коливань у газоподібних, рідких та твердих середовищах залежить від параметрів самого середовища. Швидкість передачі коливань для газів дорівнює 200-1300 м/с, для твердих тіл 1500-8000 м/с, для рідких речовин 1100-2000 м/с. На даний момент ультразвук широко застосовується у різних галузях, але в майбутньому він знайде ще більше застосування. Вже сьогодні планується створення фантастичних для сьогодення пристроїв.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

## Список літератури

1. <https://drivertip.ru/osnovy/что-такое-oktanovoe-chislo-benzina.html>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=4JiIS5LkneU>
3. <https://tractorreview.ru/dvigateli/toplivo/oktanovoe-chislo-benzina-что-это-takoe.html>
4. [http://promplace.ru/article\\_single.php?arc=25](http://promplace.ru/article_single.php?arc=25)
5. <http://www.oktis.ru/press/sposoby-izmereniya-oktanovogo-chisla-v-toplive/>
6. <http://bd.patent.su/2189000-2189999/pat/serv1/servletf315.html>
7. <http://www.symmetron.ru/suppliers/murata/files/pdf/murata/ultrasonic-sensors.pdf>
8. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm56.pdf>
9. <http://dip8.ru/files/pdf/fg12v.pdf>
10. Новгородцев А. І., Скрипченко В. О. Вимірювач октанового числа бензину ультразвуковим методом. Тези. Фізика, електроніка, електротехніка ФЕЕ : 2023 матеріали та програма міжнародної наукової конференції молодих вчених (Суми, 24–28 квітня 2023 року). Суми: СумДУ, 2023. – С.91.

					ЦЗДВН 8.171.00.10. 330 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Поз. позн.	Найменування				Кіл.	Примітка				
	Конденсатори									
C1	K73-17-25B-1,0мкФ				1					
C2	K50-29-10мкФ				1					
C3,C5	K1-1- 100пФ				2					
C4	K73-17-25B-3,3мкФ				1					
C6	K1-1- 1000пФ				1					
C7-C10	K1-1- 100пФ				4					
C12	K50-29-25B-22мкФ				1					
C13,C14	K1-1- 33пФ				2					
C15	K1-1- 100пФ				1					
ZQ1	Кварц 1 мГц				1					
					1					
	Індикатори				1					
HL1	АЛ307ВМ				1					
HL2	АЛ307ДМ				1					
HL3	АЛ307БМ				1					
	Датчики									
BM1	МА40S4R				1					
BA1	МА40S4S				1					
	Мікросхеми				1					
DA1	LT3013EFE				1					
DA2	КР140УД608									
DD1	K561ИЕ20				1					
DD2,DD4	K1564АП3				2					
DD6,DD9	K1564АП3				2					
DD3, DD5	K561ИП2				2					
DD7,DD8	K561ЛA7				2					
					ЦЗДВМ 8.171.00.10.330 ПЕ					
Ізм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Теницький			Електронна система ультразвукового вимірювача октанового числа бензину. Перелік елементів.		Лит.	Арк.	Аркушів	
Перев.		Новгородцев						1	2	
Реценз.							СумДУ, гр. ЕСМЗ – 21С			
Н. Контр.		Гапич								
Підтв.		Опанасюк								



