

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальними апаратами

Кафедра «Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості»

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
магістра**
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

ХАІ.303.363. 03О 152.173063.

на тему
«Аналіз та розробка цифрового блоку вимірювання частоти обертання валу
двигуна автомобіля»

Виконав: студент 6 курсу, групи 363
напряму підготовки
152 «Метрологія, вимірювальна техніка
та інформаційно-вимірювальні технології»
спеціальності
8. 05100102 «Інформаційні вимірювальні
системи»

_____ Біляев М.А. _____
(прізвище та ініціали студента)

Керівник _____ Анікін А. М. _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Косач Н.І. _____
(прізвище та ініціали)

м. Харків – 2022 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості»
Освітньо-кваліфікаційний рівень - магістр
Напрямок підготовки 152 «Метрологія, вимірювальна техніка та
інформаційно-вимірювальні технології»
Спеціальність 8.05100102 Інформаційні вимірювальні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 303

Сіроклин В.П.

«___» _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Біляєву Максиму Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Аналіз та розробка цифрового блоку вимірювання частоти
обертання валу двигуна автомобіля»

керівник проекту к.т.н., доцент Анікін Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2022 року
№ _____

2. Строк подання студентом роботи 08.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

Вихідні дані: габаритні розміри 160×120×320 мм. Напруга живлення + 12 В.

Сила струму живлення не більше 0,4А. Елементна база для реалізації:
мікроконтролер ATME128, супервізор, кварцовий резонатор, перетворювач
напруги. Робоча температура від -40 °С до +60 °С. Маса комплекту не більше
1,1 кг. Точність вимірювання менше 0,3%

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): Проаналізувати методи та пристрої вимірювання частоти.
Проаналізувати усі датчики, інтерфейси з'єднання, пристрої відображення
інформації. Розробити структурну та принципову схему цифрового блоку
вимірювання частоти, та алгоритм його роботи, а також монтажну схему і
запропонувати конструкцію пристрою. Розробити технологічний процес
складання блоку. Оцінити економічну ефективність виготовлення цифрового
блоку системи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Постановка задачі проекту. 2. Дослідження пристроїв вимірювання частоти. 3. Аналіз і класифікація методів вимірювання частоти. 4. Аналіз датчиків пристроїв вимірювання частоти. 5. Аналіз датчиків вимірювання частоти. 6. Аналіз способів підключення тахометрів. 7. Аналіз індикації в тахометрах автомобіля. 8. Аналіз індикації в бортових комп'ютерів для вимірювання частоти обертання вала двигуна автомобіля. 9. Структурна схема блоку вимірювання частоти. 10. Електрична принципова схема цифрового блока. 11. Алгоритм роботи блоку. 12. Монтажна схема цифрового блока. 13. Технологія збірки печатного вузла. 14. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
основний розділ	Анікін А. М., доцент		
технологічний розділ	Заболотний В. А., доцент		
економічний розділ	Омельченко О. Л., ст. викл.		

нормоконтроль Заболотний В. А., доцент

Дата видачі завдання 01.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Проаналізувати методи вимірювання частоти обертання вала двигуна автомобіля	01.09.2022	
2	Проаналізувати пристрою і датчики для вимірювання частоти обертання вала двигуна	16.09.2022	
3	Розробити структурну схему цифрового блока вимірювання частоти	03.10.2022	
4	Розробити принципову електричну схему цифрового блока вимірювання	17.10.2022	
5	Розробити конструкцію цифрового блока вимірювання частоти обертання вала	31.10.2022	
6	Розробити технологічний процес виготовлення цифрового блока вимірювання частоти обертання	17.11.2022	
7	Розробити елементи бізнес-плану виготовлення цифрового блоку вимірювання	08.12.2022	

Студент _____ «Біляєв М. А.»

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ «Анікін А. М.»

(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка: 116 стор., 62 іл., 12 табл., 4 додатки, 37 джерел.

Об'єкт дослідження – цифровий блок вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна в автомобілі.

Область застосування: досліджуваний об'єкт застосовується в автомобільній промисловості та належить до автомобільного приладового комплексу.

Мета роботи – розробити цифровий блок вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна автомобіля, що дозволяє виконувати перелік функцій з вимірювання поточного числа обертів валу двигуна автомобіля і при цьому зробити більш економічним та функціональним керування автомобілем.

АНАЛІЗ, ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ, ТАХОМЕТР, ДАТЧИК, АЛГОРИТМ, СТРУКТУРНА СХЕМА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПАЛЬНА, МІКРОКОНТРОЛЕР, АЦП, ПОРТИ ВВЕДЕННЯ-ВИСНОВКУ, ТАЙМЕР-ЛІЧИЛЬНИК, СУПЕРВІЗОР ЖИВЛЕННЯ, ІНТЕРФЕЙС CAN, ПАМ'ЯТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТИП ВИРОБНИЦТВА, ПЛАТА, СЕБІВАРТНІСТЬ, ГРАФІК БЕЗУБУТОЧНОСТІ.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	8
1. ОГЛЯД АВТОМОБІЛЬНИХ ТАХОМЕТРІВ	9
1.1 Принцип дії тахометра	9
1.2 Методи вимірювання частоти обертання валу	11
1.3 Типи та види тахометрів	12
1.4 Склад та принцип дії автомобільного тахометра	16
1.4.1 Принцип роботи магнітних тахометрів	17
1.4.2 Принцип роботи електричних тахометрів	18
1.5 Класифікація тахометрів за принципом дії	18
1.5.1 Індукційні тахометри	18
1.5.2 Фотоелектричні тахометри	19
1.5.3 Стробоскопічні тахометри	20
1.5.3 Дистанційні магнітоелектричні тахометри	20
1.5.5 Механічний тахометр	21
1.5.6 Принципи побудови тахометрів	22
1. 6 Аналіз датчиків тахометрів, пристрій, принцип дії	26
1.6.1 Як пов'язаний тахометр із датчиками автомобіля	27
1.7 Датчики тахометрів, за принципом дії	29
1.7.1 Індуктивні датчики швидкості обертання	29
1.7.2 Активні датчики швидкості обертання	30
1.7.3 Індукційні датчики	31
1.7.4 Оптичний генератор імпульсів	31
1.7.5 Генератор Холла	32
1.7.6 Диференціальний датчик Холла	35
1.7.7 AMR-датчики	36
1.7.8 GMR-датчики	37
1.7.9 Датчики спідометра та тахометра електричні автомобільні	
МЕ307, 20.3843, 24.3802	37
1.8 Сучасні автомобільні тахометри	38

1.8.1 TX01-RS тахометр з RS-485	38
1.8.2 Електронний тахометр контактного типу ADD503	39
1.8.3 Тахометр автомобільний СЕМ АТ-5	40
1.8.4 Автомобільні тахометри для карбюраторних і дизельних двигунів DM20	41
1.8.5 Тахометр електронний ТЕ – 300 МП	41
1.8.6 Електронний тахометр ТЕ-300Н	42
1.8.7 Тахометр цифровий з датчиком Холла 4-х розрядний	43
1.8.8 Бортовий комп'ютер "I-RED 1.0" для Lanos, Sens	44
1.8.9 Тахометр, вольтметр для 4-х циліндрів. бенз. двигунів, МІНІ ШТУРМАН 3	45
1.8.10 Електронний тахометр	46
1.8.11 Універсальний цифровий тахометр для човнів та вантажівок LCD 50-9999 RPM	47
1.8.12 Тахометр автомобільний ТА303	48
2. РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО БЛОКУ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛА ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ	51
2.1 Розробка структурної схеми пристрою вимірювання частоти обертання валу двигуна автомобіля	51
2.2 Аналіз елементної бази для реалізації цифрового блоку вимірювання частоти обертання валу двигуна автомобіля	53
2.2.1 Опис особливостей мікроконтролера для реалізації вимірювача частоти обертання валу двигуна	54
2.2.2 Архітектура ядра	55
2.2.3 АЛУ – арифметико-логічний пристрій	57
2.2.4 Організація пам'яті	60
2.2.5 Пам'ять програм FlashROM	61
2.2.6 Пам'ять даних на ЕСППЗУ	62
2.2.7 Порти вводу/виводу	63
2.2.8 Аналоговий компаратор	64
2.2.9 Аналогово-цифровий перетворювач	65
2.2.10 Послідовно периферійний інтерфейс SPI	66
2.2.11 Універсальний приймач-передавач УСАПП	69
2.2.12 16-розрядний таймер-лічильники	70
2.2.13 Стабілізатор AMS1117-5.0, TO-252	71
2.2.14 Стабілізатор AMS1117-3.3	72
2.2.15 Супервізор MAX809, SOT23, Maxim	73
2.2.16 Інтерфейс CAN MCP2515	74
2.2.17 2.42" Дюймовий OLED-дисплей модуль ІІС I2C SPI	75
2.3 Опис роботи принципової схеми	76
3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЦИФРОВОГО БЛОКУ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛУ ДВИГУНА В АВТОМОБІЛІ	79
3.1 Розробка друкованої плати цифрового блоку вимірювання частоти обертання валу двигуна автомобіля	79
3.2 Загальні вимоги щодо конструювання друкованих плат	80

3.3 Вимоги щодо розміщення та встановлення елементів на друкованій платі	82
3.4 Розрахунок на міцність виведення напівпровідникових елементів, що знаходяться на платі	83
3.4.1 Розрахунок висновків навісного елемента на вібростійкість	84
3.4.2 Розрахунок на статичну міцність	85
3.5 Розрахунок друкованої плати	
3.5.1 Розрахунок власної частоти коливань друкованої плати блоку	86
3.5.2 Розрахунок друкованої плати на жорсткість	87
3.6 Розробка конструкції блоку виміру	88
3.6.1 Конструкції блоків для апаратури, що розміщується на носіях з колісним ходом	89
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ПЛАТИ БЛОКУ ВИМІРУ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛА ДВИГУНА	92
4.1 Визначення типу виробництва та вибір організаційної форми складання	92
4.2 Аналіз технологічності	93
4.2.1 Якісна оцінка технологічності	94
4.2.2 Кількісна оцінка технологічності	95
4.3 Розробка технологічної схеми складання друкованого вузла	96
4.4 Розробка маршрутної технології	98
4.5 Розробка операційної технології (операція складання)	99
4.5.1 Вибір операції для розробки та оптимізації трудомісткості	99
4.5.2 Визначення оптимального варіанта	101
5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ Й ЦІНИ БЛОКУ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВАЛУ АВТОМОБІЛЯ	104
5.1 Ціль економічної частини	104
5.2 Фірма-виробник	104
5.3 Сегментування ринку	104
5.4 Аналіз конкурентоспроможності	105
5.5 Розрахунок собівартості й ціни виробу	108
5.6 Розрахунок точки беззбитковості	111
ВИСНОВОК	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	115
ДОДАТОК А	
ДОДАТОК Б	
ДОДАТОК В	
ДОДАТОК Г	

ВСТУП

Транспорт сьогодні відіграє величезну роль у суспільстві, вносячи з одного боку вагомий внесок у розвиток економіки, а з іншого боку, породжуючи новий клас транспортних проблем, які стають все більш серйозними та значними.

Більшість зарубіжних, а останнім часом все більше й українських наукових підприємств та компаній, що працюють у сфері розвитку інформаційних технологій на транспорті, дотримуються сучасних тенденцій, створюють нові технології, послуги, програмні продукти, засновані на використанні технічних засобів телематики, бездротових комунікацій, супутникової навігації та Інтернет-технологій. Враховуючи стрімкий розвиток «мобільності» сучасного суспільства, ці технології постійно ускладнюються, інтегруються інше, швидко зростає і кількість функцій, доступних кінцевому споживачеві – водіям автомобілів, автотранспортним підприємствам та структурам управління транспортом.

Тахометри знайшли широке застосування контролю частоти обертання колінчастого валу двигунів внутрішнього згоряння на всіх типах транспортних засобів (автомобілях, тракторах, тепловозах, судах, літаках). Також застосовуються тахометри контролю частоти обертання робочих органів технологічних машин.

У приладах може бути задіяна аварійна сигналізація, скидання та обнулення накопичених значень, захист паролем, інформаційний обмін через CAN або RS-485 для роботи в мережі або зв'язку з комп'ютером.

Автомобільний тахометр – це обов'язкова деталь сучасного автомобіля. Адже від наявності такої деталі на панелі приладів керування залежить легкість керування автомобілем. Тахометр допомагає водієві правильно вибрати передачу, а також за рахунок коректнішої манери водіння машини продовжує життя автомобільного двигуна.

Тахометр допомагає не тільки заощаджувати паливо, а й ефективно розганяти автомобіль; впевнено рухатися у піску, снігу, у гору тощо; економити ресурс двигуна, досягти максимальної швидкості руху; контролювати обороти; забезпечувати плавне, без ривків та провалів перемикання передач. Багато хто вважає тахометри одним із головних пристроїв в автомобілі.

Тахометр - пристрій, що використовується для визначення кількості оборотів двигуна автомобіля, його деталей, що обертаються. Вимір відбувається в одиницю часу, або відповідно до лінійної швидкості руху.

Автомобільний тахометр забезпечує:

- Вимірювання та індикація напруги бортової мережі автомобіля.
- Вимірювання та індикація обертів двигуна.
- Вимірювання та індикація температури охолоджуючої рідини (можна двигуна).
- Вимірювання та індикація часу роботи двигуна.
- Індикація стану клапана холостого ходу.