МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

перший (бакалаврський)
(рівень вищої освіти)

на тему Портативний одяг з живленням від бортової мережі автомобіля

Виконав: студент IV курсу, групи 6.97 ПЗ-с 2
спеціальності 171 «Електроніка»
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Електроніка
(код і назва освітньої програми)

Є. С. Воробйов
(ініціали та прізвище)

Керівник старший викладач Гуртовий Ф.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Дир. ПП „НВКФ" ЕКОТЕХ" Шумков С.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 171 «Електроніка»
(код і назва)
Освітня програма Електроніка
(код і назва)
Спеціалізація

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Критська Т.В.
"____" _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Воробйов Євген Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Корегуючий одоритр з живленням від бортової мережі автомобіля

керівник роботи Турчитов Константин Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від "23" грудня 2025 року № 1830-с

2 Строк подання студентом роботи 15.06.2026 р

3 Вихідні дані до роботи джерело живлення - бортова мережа автомобіля, напруга живлення - 12,0 ± 2,4 В пропускна побудачість - 6,0 Вт, робоча частота джерела живлення одоритра - не менш 60 кГц.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Автомобільні одоритри, 2 Розробка портативного одоритра з живленням від бортової мережі автомобіля, 3. Розрахункова частина. 4. Конструкторська - технологічна частина. 5. Техніко-економічне обґрунтування.

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

1. Аналіз ринку, 2 Загальний огляд. Схема електрич. оцинкування
3. Порівняльний огляд. Схема електрич. живлення. 4 Порівняльний
огляд. Результати моделювання 5. Загальновійські апарати
6. Економічні показники

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Гуртовий К.О., обручний викладач	09.02.26	03.03.26
2	Гуртовий К.О., старший викладач	03.03.26	01.04.26
3	Гуртовий К.О., старший викладач	01.04.26	05.05.26
4	Гуртовий К.О., старший викладач	05.05.26	17.05.26
5	Гуртовий К.О., старший викладач	17.05.26	30.05.26

7 Дата видачі завдання 09.02.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз ринку автомобільних огороджень	03.03.2026	
2	Розробка порівняльного огляду	01.04.2026	
3	Розрахункова частина	05.05.2026	
4	Конструкторсько-технологічна частина	17.05.2026	
5	Техніко-економічне обґрунтування	30.05.2026	
6	Оформлення пояснювальної записки	06.06.2026	
7	Оформлення графічної частини	13.06.2026	

Студент _____ Воробйов Є.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) _____ Гуртовий К.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гуртовий К.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить: 78 стор., 19 рис., 14 табл., 17 джерел літератури.

ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ ОЗОНУ, БОРТОВА МЕРЕЖА, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, СТРУМ, НАПРУГА, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, ІМПУЛЬСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ, ВИСОКОВОЛЬТНИЙ ТРАНСФОРМАТОР, РЕГУЛЬОВАНИЙ ТАКТОВИЙ ГЕНЕРАТОР, МОДЕЛЮВАННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА, ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.

У дипломному проекті наведено огляд сфер використання та огляд ринку автомобільних озонаторів повітря, сформульовані вимоги, що пред'являються до портативних озонаторів з живленням від бортової мережі автомобіля.

Відповідно до завдання на проектування: розроблено та описано функціональну та електричну принципову схеми портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля постійної напругою 12 В ± 20%, який призначений для дезінфекції та дезодорації салонів автомобілів; виконано розрахунок елементів основних функціональних блоків та вузлів портативного озонатора; наведено результати моделювання електромагнітних процесів в імпульсному перетворювачі постійної напруги третього роду типу SEPIC, проведено опис шкідливих та небезпечних факторів та заходів щодо організації охорони праці при виготовленні озонаторів, розроблено план заходів щодо евакуації людей з ділянки у разі пожежі та виконано розрахунок заземлювального пристрою.

В економічній частині виконано розрахунок собівартості виробу.

Роботу виконано на кафедрі ЕІСПЗ ІННІ ім. Ю.М Потебні ЗНУ з 10.02.2025 по 17.06.2025.

ЗМІСТ

Стор.

Вступ 6

1 АВТОМОБІЛЬНІ ОЗОНАТОРИ ТА ОЧИЩУВАЧИ ПОВІТРЯ 8

1.1 Огляд моделей автомобільних озонаторів 10

1.1.1 Очищувач повітря AUTO Triton 10

1.1.2 Озонатор очищувач повітря Passat-101 13

1.1.3 Озонатор-іонізатор автомобільний Ion Dobra Portable 15

1.1.4 Автомобільний очищувач повітря - озонатор GI03010 18

1.2 Постановка завдання на проектування 20

2 ПОРТАТИВНИЙ ОЗОНАТОР З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ 22

2.1 Опис електричної структурної схеми портативного озонатора 22

2.2 Опис електричної принципової схеми портативного озонатора 26

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СХЕМИ ПОРТАТИВНОГО ОЗОНАТОРА З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ 32

3.1 Розрахунок параметрів зворотноходового перетворювача 32

3.1.1 Розрахунок напруг та струмів силової частини 33

3.1.2 Розрахунок параметрів трансформатора 36

3.2 Розрахунок елементів вузла індикації 40

3.3 Розрахунок елементів регульованого тактового генератора 41

4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 46

4.1 Моделювання електромагнітних процесів в імпульсному перетворювачі постійної напруги третього роду типу SEPIC 46

4.2 Охорона праці на ділянці збирання портативних озонаторів 51

4.2.1 Основні шкідливі та небезпечні фактори виробництва 52

4.2.2 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці 54
4.2.3 Заходи щодо пожежної безпеки 56
4.2.4 Блискавкозахист 57
4.2.5 Евакуація людей 57
4.3 Розрахунок заземлювального пристрою електротехнічного обладнання 58
4.3.1 Рекомендації з монтажу заземлення 60
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПОРТАТИВНОГО ОЗОНАТОРА З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ 62
5.1 Суми витрат по статтям кошторису 62
5.2 Розрахунок терміну окупності розробки 68
Висновки 71
Перелік джерел посилання 72
Додаток А 74
Додаток Б 76

ВСТУП

Озонування повітря є екологічно чистим методом дезінфекції та дезодорації приміщень. Метод заснований на застосуванні, як окиснювач, газоподібного озону (O_3). Озон є сильним природним окиснювачем та ефективно знищує віруси, бактерії, спори плісняви та неприємні запахи.

Синтез озону здійснюється в електричному газовому розряді з кисню повітря, повітря збагаченого киснем, або з чистого кисню за допомогою спеціального пристрою озонатора.

Озонатор – пристрій, призначений для електросинтезу озону із молекулярного кисню у високовольтному електричному газовому розряді. Озонатор складається з генератора озону та спеціалізованого джерела живлення.

Основними перевагами озонування є:

- можливість знищення всіх відомих видів мікроорганізмів: вірусів, бактерій, грибків, водоростей, їх суперечка, цист найпростіших і т. д.;
- відсутність відомих стійких до озону форм мікробів;
- стерилізація поверхонь у приміщеннях та в резервуарах;
- висока швидкодія окисних реакцій;
- ефективне видалення неприємних смаків та запахів;
- озонування не надає додаткових смаків та запахів;
- озонування не змінює кислотність води та не видаляє з неї необхідні людині речовини;
- озон, що не вступив у реакції (залишковий озон), швидко деструктує та утворює молекули кисню (O_2);
- озон виробляється безпосередньо під час процесу озонування приміщень та поверхонь із кисню повітря (при необхідності, можливе використання газів, збагачених киснем, або газоподібного кисню);
- озон знищує відомі мікроорганізми в 300...3000 разів швидше, ніж будь-які інші дезінфектори та дезінфікуючі засоби.

- при озонуванні стічних вод вміст хімічно вразливих по відношенню до озону з'єднань у складі води знижується до рівня ГДК (за рахунок випадання в осад).

Озонування широко використовується в технологіях

- обробки води та повітря з метою дезінфекції та дезодорації;
- усунення неприємних запахів (гар, тютюн, вогкість, гниття тощо);
- боротьби з пліснявою та гниллю;
- збільшення терміну зберігання продуктів, що швидко псуються;
- знезараження побутових та громадських приміщень;
- стерилізації текстильного приладдя (пух, шерсть тощо);
- боротьби з комахами (пилові кліщі, таргани тощо) та алергенами;
- усунення запахів та дезінфекції салонів автомобілів.

1 АВТОМОБІЛЬНІ ОЗОНАТОРИ ТА ОЧИЩУВАЧИ ПОВІТРЯ

Якість повітря в салоні автомобіля грає важливу роль для здоров'я та комфорту водія та пасажирів. Пил, бактерії, неприємні запахи, алергени і навіть віруси можуть накопичуватися всередині авто, особливо при їзді містом або стоянці поблизу доріг. Автомобільні очищувачі повітря – озонатори та іонізатори стають все більш популярними серед автовласників, що піклуються про мікроклімат у салоні [1].

Озонатори призначені для генерування озону (O_3) із кисню повітря (O_2) у високовольтному газовому розряді. Озон – газ із потужними природними окислювальними властивостями. Озон ефективно знищує всі види бактерій, грибків, вірусів та усуває неприємні запахи. Він дуже ефективний для видалення запаху сигаретного диму (після куріння в салоні), гарі, неприємних запахів при перевезенні тварин та органічних з’єднань.

До переваг озонаторів слід віднести:

- повне придушення вірусів та бактерій;
- знищення стійких запахів та алергенів;
- придушення плісняви та грибків.

Недоліками озонаторів є:

- необхідність провітрювання салону автомобіля (приміщення) після обробки озоном;
- неможливість використання у режимі безперервної роботи (висока ймовірність перевищення гранично допустимої концентрації озону в повітрі салону (приміщення) – ГДК = 0,1 мг/м³).

Іонізатори призначені для створення негативних іонів. При генеруванні негативних іонів, озон практично не утворюється. Дане явище обумовлено недостатньою потужністю та типом електричного розряду в іонізаторі.

Негативні іони, при насиченні повітря, пов'язують дрібні частинки пилу, алергени і навіть деякі мікроорганізми. Іонізатори можуть працювати у безперервному чи періодичному режимі, покращуючи якість повітря у

реальному часі.

До переваг іонізаторів слід віднести:

- можливість цілодобового використання у присутності людей та домашніх тварин;
- зниження кількості алергенів та пилу в повітрі;
- відсутність сторонніх шумів під час роботи;
- безпечна експлуатація (за умови дотримання вимог техніки електробезпеки).

Недоліками іонізаторів є:

- неможливість усунення сильних запахів;
- неможливість дезінфекції салону автомобіля (приміщення).

При придбанні автомобільного очищувача повітря необхідно визначитися із сферами його застосування:

- повна дезінфекція салону та багажника здійснюється тільки за допомогою озонатора;
- знищення неприємних запахів (тютюновий дим, продукти харчування, запахи тварин, органічних з'єднань тощо) досягається тільки за допомогою озонатора;
- дезодорація повітря салону можлива за допомогою озонатора, іонізатора чи їх комбінації;
- для щоденного або безперервного очищення повітря в салоні та надання йому свіжості використовується іонізатор;
- насичення повітря салону негативними іонами здійснюється за допомогою іонізатора.

Важливе значення, при експлуатації виробу, мають:

- розмір виробу та сумісність із салоном автомобіля;
- спосіб електроживлення пристрою (USB, бортова мережа, вбудований акумулятор тощо);
- наявність змінних фільтрів та їх вартість;
- режим роботи (безперервний, автоматичний, тільки в нічний час, що

задається вбудованим таймером тощо).

При експлуатації автомобільних очищувачів повітря слід дотримуватись наведених нижче правил:

- іонізатор можна використовувати в режимі безперервної роботи – іонізатори безпечні та не потребують складного спеціального обслуговування;
- під час роботи озонатора слід залишити салон автомобіля та провітрити його після закінчення обробки;
- озонатори потребують спеціального періодичного обслуговування кваліфікованими фахівцями;
- повітряні фільтри, передбачені конструкцією очищувача, необхідно регулярно чистити та замінювати;
- не допускається розміщення очищувача повітря в зонах, що заважають огляду чи керуванню автомобілем.

1.1 Огляд моделей автомобільних озонаторів

На ринку України представлено модельний ряд автомобільних озонаторів торгових марок: «Doctor-101», «Ion Dobra» та «G.I. Kraft» країн – виробників: Китай, Китай (Гонконг), Китай (Тайвань) та Німеччина.

Найцікавішими моделями є:

- Очищувач повітря AUTO Triton;
- Озонатор очищувач повітря Passat-101;
- Озонатор-іонізатор автомобільний Ion Dobra Portable;
- Озонатор G.I. KRAFT GI03010.

1.1.1 Очищувач повітря AUTO Triton

Очищувач повітря AUTO Triton є переносним озонатором, призначеним для обробки салону автомобіля озоном. Може використовуватись для обробки камери побутового холодильника [2]. Виріб виробляється в Китаї (Гонконг) під торговою маркою – Doctor-101. Фотографію очищувача повітря AUTO

Triton наведено на рисунку 1.1 [2].



Рисунок 1.1 – Очищувач повітря AUTO Triton

Електроживлення очищувача повітря AUTO Triton здійснюється від вбудованого акумулятора. Заряджання акумулятора виконується через USB-порт за допомогою шнура живлення (USB-кабель).

Підприємство-виробник декларує стовідсоткову (100%) ефективність знищення бактерій та вірусів, а також повне усунення будь-яких запахів у салоні автомобіля чи камері холодильника.

Дезінфекція салону автомобіля полягає у насиченні повітря озоном. При цьому, молекули озону з'єднуються з частинками шкідливих речовин і, при розпаді, повністю знищують останні. У повітрі з високою концентрацією озону не здатні вижити навіть найстійкіші бактерії та віруси.

Озонування впливає не тільки на повітря, але і на поверхні речей та предметів, що знаходяться у зоні озонування. Доторкаючись до поверхонь, озон повністю дезінфікує їх, після чого розпадається, утворюючи молекули кисню (O_2).

Технологія озонування повітря забезпечує повне знищення:

- всіх видів відомих мікроорганізмів (хвороботворних бактерій, пилових кліщів та ін.);

- вірусів, спор плісняви, грибків;

- алергенів та токсичних речовин.

Озонатори повітря серії AUTO Triton є універсальним засобом для дезінфекції салонів автомобілів, що не потребує додаткових засобів дезінфікування [2].

Озонатори повітря не маскують запахи, а їх повністю знищують. Дезодорація повітря за допомогою озонатора дозволяє знищити запахи тютюнового диму, неприємні запахи від кондиціонера та запахи затхлості.

Очищувач повітря AUTO Triton відповідає нижченаведеним технічним характеристикам:

- сфера використання	- дезінфекція та дезодорація - дезінфекція поверхонь - знищення запахів
- область застосування:	- салон та багажник автомобіля - побутові приміщення
- технологія, що застосовується	озонування повітря
- площа приміщення, що рекомендується	5 $м^2$
- джерело живлення	вбудований акумулятор
- заряджання акумулятора	від адаптера, за допомогою USB кабелю
- напруга живлення	5,0 ± 0,5 В
- потужність, що споживається	3,0 Вт
- продуктивність по озону, за годину	20 мг
- габаритні розміри	115 × 115 × 43 мм
- спосіб управління	електронний програмований
- вага	інформація відсутня
- колір корпусу	білий
- ціна	1 249,00 грн.

Заряджання акумулятору здійснюється через USB-кабель адаптера, від

повербанка або автомобільного прикурювача

Озонування повинно проводитися лише у порожньому салоні автомобіля чи приміщенні. Неприпустима присутність людей та домашніх тварин.

1.1.2 Озонатор очищувач повітря Passat-101

Озонатор очищувач повітря Passat-101 призначений для очищення салону автомобіля та побутових приміщень від неприємних запахів, смогу, пилу та тютюнового диму. Виріб виробляється в Китаї (Тайвань) під торговою маркою – Doctor-101.

Фотографія озонатора очищувача повітря Passat-101 наведено на рисунку 1.2 [3].



Рисунок 1.2 – Очищувач повітря Passat-101

Електроживлення озонатора здійснюється від бортової мережі автомобіля постійною напругою 12 ± 2,4 В. Підключення до бортової мережі автомобіля здійснюється за допомогою спеціального шнура живлення, що

входить до комплекту постачання виробу шляхом підключення через роз'єм прикурювача автомобіля. У разі використання очищувача повітря Passat-101 для озонування побутових приміщень, електроживлення виконується від однофазного мережевого адаптера, що входить до комплекту постачання, вихідною постійною напругою 12,0 ± 1,2 В. Адаптер, у свою чергу, включається в електричну розетку побутової мережі електропостачання.

Очищувач повітря Passat-101 працює у режимах озонування та іонізації. Під час роботи виробу проводиться фільтрація повітря. Як повітряний фільтр, застосований HEPA-фільтр, призначений для видалення дрібних частинок пилу та забруднень повітря. Іонізація повітря забезпечує насичення повітря негативними іонами, а озонування – дезінфекцію (знищення вірусів, бактерій тощо) та дезодорацію повітря. У очищених приміщеннях полегшується дихання та зміцнюється імунітет [3]. Озон є природним, екологічно безпечним дезінфектором.

Смог та пил на дорогах викликають не лише дискомфорт, а й шкодять здоров'ю. За твердженням підприємства-виробника, очищувач повітря Passat-101 знищує дев'яносто дев'ять відсотків (99%) всіх шкідливих бактерій та мікробів у повітрі оброблюваного приміщення або салону автомобіля. Додатковою перевагою озонування є покращення концентрації уваги та підвищення працездатності.

У комплект поставки очищувача повітря Passat-101, крім мережевого адаптера та електричних шнурів, входить картридж з ароматизатором, що забезпечує додатковий комфорт під час застосування виробу.

Озонатор очищувач повітря Passat-101 відповідає нижченаведеним технічним характеристикам:

- сфера використання	- дезінфекція та дезодорація - знищення запахів
- область застосування:	- салон та багажник автомобіля - побутові приміщення
- технологія, що застосовується	- озонування повітря - іонізація повітря

- площа приміщення, що рекомендується	7 м^2
- джерело живлення	- бортова мережа автомобіля - побутова живляча електрична мережа, за допомогою мережевого адаптера
- напруга живлення	12 ± 2,4 В
- потужність, що споживається	інформація відсутня
- продуктивність по озону, за годину	5 мг
- габаритні розміри	173 × 122 × 49 мм
- наявність вбудованого таймера	ні
- вага	0,36 кг
- колір корпусу	чорний
- ціна	1 990 грн.

1.1.3 Озонатор-іонізатор автомобільний Ion Dobra Portable

Озонатор-іонізатор автомобільний (очищувач повітря) Ion Dobra Portable призначений для стерилізації, дезодорування та очищення повітря. Виріб виробляється в Китаї під торговою маркою – Ion Dobra [4].

Виріб є переносним портативним пристроєм. Воно може ефективно використовуватися для озонування чи насичення повітря негативними іонами побутових приміщень, ємностей та салонів автомобілів. Виріб може працювати у двох режимах:

- озонування повітря – синтез озону з кисню повітря;
- іонізація повітря – генерування негативних іонів.

У режимі озонування проводиться дезінфекція (стерилізація) та дезодорація (видалення речовин з неприємним запахом, токсичних речовин та алергенів).

У режимі іонізації проводиться очищення повітря від дрібних частинок, пилу та речовин, що забруднюють повітря.

Фотографія портативного автомобільного озонатора-іонізатора Ion Dobra Portable наведено на рисунку 1.3 [4].



Рисунок 1.3 – Автомобільний озонатор-іонізатор Ion Dobra Portable

Основними функціями автомобільного озонатора-іонізатора Ion Dobra Portable є [4]:

- нейтралізація диму, пилу та дрібнодисперсних частинок;
- знищення бактерій, вірусів та запобігання росту цвілі;
- розкладання бензолів, формальдегідів та інших летких органічних з’єднань;
- усунення неприємних запахів (тютюновий дим, запахи гниття, біологічні запахи домашніх тварин тощо);
- збереження свіжості та продовження терміну зберігання харчових продуктів.

Виріб можна використовувати в автомобілі, офісі та побуті для обробки салону та багажника автомобіля, житлових та підсобних приміщень, шаф, холодильника, ємностей, тари тощо.

За твердженням підприємства-виробника, виріб [4]:

- не потребує технічного обслуговування електронної частини;

- не потребує заміни чи очищення фільтра;

- завдяки конструкції, може розміщуватися, у просторі, у вертикальному чи горизонтальному положенні.

Електроживлення автомобільного озонатора-іонізатора Ion Dobra Portable може здійснюватися від вбудованої акумуляторної батареї або USB-порту або через USB кабель, від мережевого адаптера Заряджання акумуляторної батареї здійснюється від джерела живлення з USB-виходом напругою $5{,}0 \pm 0{,}5$ В або повербанка. Час заряду акумулятора становить близько 4 годин. Тривалість безперервної роботи виробу при живленні від акумуляторної батареї в режимі озонування становить близько двадцяти днів...

Озонатор-іонізатор автомобільний Ion Dobra Portable відповідає нижченаведеним технічним характеристикам:

- сфера використання	- дезінфекція та дезодорація; - знищення запахів
- область застосування:	- салон та багажник автомобіля; - побутові приміщення
- технологія, що застосовується	- озонування повітря; - іонізація повітря
- концентрація негативних іонів	5 000 000 шт. / $см^3$
- площа приміщення, що рекомендується	інформація відсутня
- джерело живлення	- вбудований акумулятор; - джерело живлення з USB виходом
- заряджання акумулятора	- джерело живлення з USB виходом
- напруга живлення	- 3,7 В (від акумулятора); - $5{,}0 \pm 0{,}5$ В (від джерела живлення)
- потужність, що споживається	$\leq 0{,}6$ Вт
- продуктивність по озону, за годину	12 мг
- габаритні розміри	59 × 57 × 163 мм
- управління	однією кнопкою

	детальна інформація відсутня
- вага	0,21 кг
- колір корпусу	чорний
- ціна	2 198 грн.

Портативний дворежимний озонатор-іонізатор Ion Dobra Portable відповідає стандартам та вимогам Європейського Союзу та США, сертифікований CE, FCC, RoHS.

1.1.4 Автомобільний очищувач повітря - озонатор GI03010

Автомобільний очищувач повітря - озонатор GI03010 Автомобільний очищувач повітря – озонатор продуктивністю 10 г/год, призначений для дезінфекції та дезодорації салонів легкових та вантажних автомобілів, мікроавтобусів, автобусів, систем бортового кондиціювання та приміщень. Виріб виготовляється у Німеччині під торговою маркою – G.I. Kraft [5].

Виріб є переносним професійним пристроєм, орієнтованим на застосування у виробничих або комерційних цілях на станціях обслуговування автомобільного транспорту.

Під час роботи кондиціонер, що діє, створює температурні перепади. Внаслідок цього утворюється конденсат. Пил і волога у системі кондиціювання – сприятливе середовище у розвиток мікроорганізмів. Різкий та неприємний запах у салоні автомобіля – ознака утворення колоній бактерій, грибків та плісняви. Крім того, автомобіль – місце проживання пилових кліщів. Автомобільні кондиціонери, як і стаціонарні, потребують періодичного обслуговування. Озонування – технологія очищення, що дозволяє знищити мікроорганізми і, як наслідок, – позбутися неприємних запахів та комах.

Основними перевагами озонування є:

- знищення всіх відомих видів мікроорганізмів – вірусів, бактерій та грибків, їх суперечка, найпростіших цист тощо;

- видалення неприємних запахів; - не надає додаткових запахів;

- не залишає токсичних елементів (на відміну хімічної обробки); - при провітрюванні озон змішується з атмосферним повітрям і швидко рекомбінує в молекулярний кисень (O_2);

- високі швидкості реакцій – у сотні разів швидше, ніж при використанні інших дезінфікуючих засобів.

Фотографія автомобільного очищувача повітря GI03010 G.I. KRAFT наведено рисунку 1.4 [5].



Рисунок 1.4 – Автомобільний очищувач повітря GI03010 G.I. KRAFT

Автомобільний очищувач повітря - озонатор GI03010 відповідає нижченаведеним технічним характеристикам [5]:

- сфера використання - дезінфекція та дезодорація
- дезінфекція поверхонь
- знищення запахів

- область застосування:	- салон та багажник автомобіля - побутові приміщення
- технологія, що застосовується	озонування повітря
- площа приміщення, що рекомендується	100 $м^2$
- джерело живлення	однофазна мережа змінного струму
- напруга живлення	220 ± 22 В, 50 Гц
- потужність, що споживається	500,0 Вт
- продуктивність по озону, за годину	10 г
- габаритні розміри	420 × 160 × 300 мм
- управління	електронний таймер
- вага	4,5 кг.
- колір корпусу	зелений
- ціна	10 937,00 грн

1.2 Постановка завдання на проектування

Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля, що проектується, орієнтований для використання у дорожніх умовах під час експлуатації автотранспортних засобів. Він призначений для дезінфекції та дезодорації салонів та багажників легкових і вантажних автомобілів, мікроавтобусів та автобусів.

При проектуванні виробу треба врахувати наявність постійних механічних вібрацій, зумовлених умовами експлуатації.

У штатному режимі передбачається живлення виробу від бортової мережі автотранспортного засобу постійної напругою 12,0 ± 2,4 В.

З метою забезпечення високого ККД, всі перетворення напруги джерела живлення портативного озонатора в напруги живлення його функціональних вузлів і блоків, повинні здійснюватися з допомогою високочастотних імпульсних перетворювачів. З метою досягнення високих масо-габаритних показників синтез озону повинен здійснюється у високочастотному

бар'єрному електричному розряді.

Вихідні дані:

- напруга живлення виробу – постійна нестабілізована – 12,0 ± 2,4 В;
- вхідний струм – постійний, не більше 1,0 А;
- споживана потужність – не більше 6,0 Вт.
- робоча частота перетворювачів електричної енергії власних потреб – не менш 40 кГц;
- робоча частота джерела живлення озонатора – не менш 40 кГц;
- наявність системи вибору та завдання режиму роботи озонатора – не передбачається (тільки «включення – вимкнення»).

При розробці виробу, з метою розширення сфер застосування, необхідно передбачити можливість електроживлення портативного озонатора від однофазних мереж змінного струму напругою 220 ± 10 % частотою 50 Гц та / або 110 ± 10 % частотою 60 Гц.

Для виконання завдання необхідно:

- виконати аналіз ринку автомобільних озонаторів;
- розробити й описати функціональну та електричну принципову схеми озонатора;
- провести моделювання електромагнітних процесів у імпульсному перетворювачі постійної напруги третього роду (ІППН типу SEPIC, неінвертуючий понижувально-підвищувальний, single-ended primary inductor converter, non-inverting buck-boost converter);
- провести розрахунок основних вузлів схеми;
- зробити вибір електронних компонентів озонатора;
- виконати креслення електричних функціональної та принципової схем виробу;
- розглянути питання техніки безпеки на виробничій ділянці збирання, налагодження та випробування портативних озонаторів;
- провести розрахунок вартості портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля у промисловому виконанні.

2 ПОРТАТИВНИЙ ОЗОНАТОР З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ

Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля (далі – портативний озонатор або – озонатор) призначений для дезодорації та дезінфекції салонів автотранспортних засобів. Потужність, яку споживає портативний озонатор, при номінальному значенні напруги живлення – 12,0 В, становить – 6,0 Вт. Мінімально та максимально допустимі значення напруги живлення становлять 10 В та 15 В, відповідно.

Для живлення портативного озонатора від однофазної мережі змінного струму можуть бути використані блоки живлення або мережеві адаптери з вихідною постійною стабілізованою напругою – 12,0 В та номінальним струмом навантаження – 1,0 А.

Схемотехнічні рішення, використані при проектуванні озонатора, дозволяють, при необхідності, розширити діапазон робочих вхідних напруг живлення з 10...15 В до 9,0...32 В

2.1 Опис електричної функціональної схеми портативного озонатора

До складу портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля входять такі функціональні блоки та вузли [6]:

- КД – конектор двополюсний;
- SA1 - тумблер;
- ВЗ – вузол захисту;
- ВФ – вхідний фільтр;
- ІПН – імпульсний перетворювач напруги;
- РТГ – регульований тактовий генератор;
- Ri і Rp – підстроювальні резистори;
- СК – силовий ключ;
- ВТ – високовольтний трансформатор;

- ВОП – вузол обмеження перенапруг;

- ГО – генератор озону;

- ВО – вузол охолодження;

- ВІ – вузол індикації.

Електрична функціональна схема портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля наведена на рисунку 2.1 та відповідає ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Е2.

Портативний озонатор (ПО) підключається до бортової мережі автомобіля за допомогою двожильного електричного шнура підвищеної гнучкості, оснащеного двополюсним конектором (КД).

В якості КД використовується штекер живлення типу GT1-2110A або його аналог. Відповідна частина роз'єму – гніздо живлення GT1-2137A, має бути, попередньо, змонтовано в салоні автотранспортного засобу.

Подача напруги живлення в схему здійснюється тумблером SA1 «0 - I» шляхом перемикання клавіші з положення «0» в положення «I». Вимкнення ПО здійснюється шляхом перемикання тумблера в положення "0". При включенні тумблера SA1, напруга живлення бортової мережі автотранспортного засобу надходить на вхід вузла захисту (ВЗ), а з його виходів на вхід вхідного фільтра (ВФ).

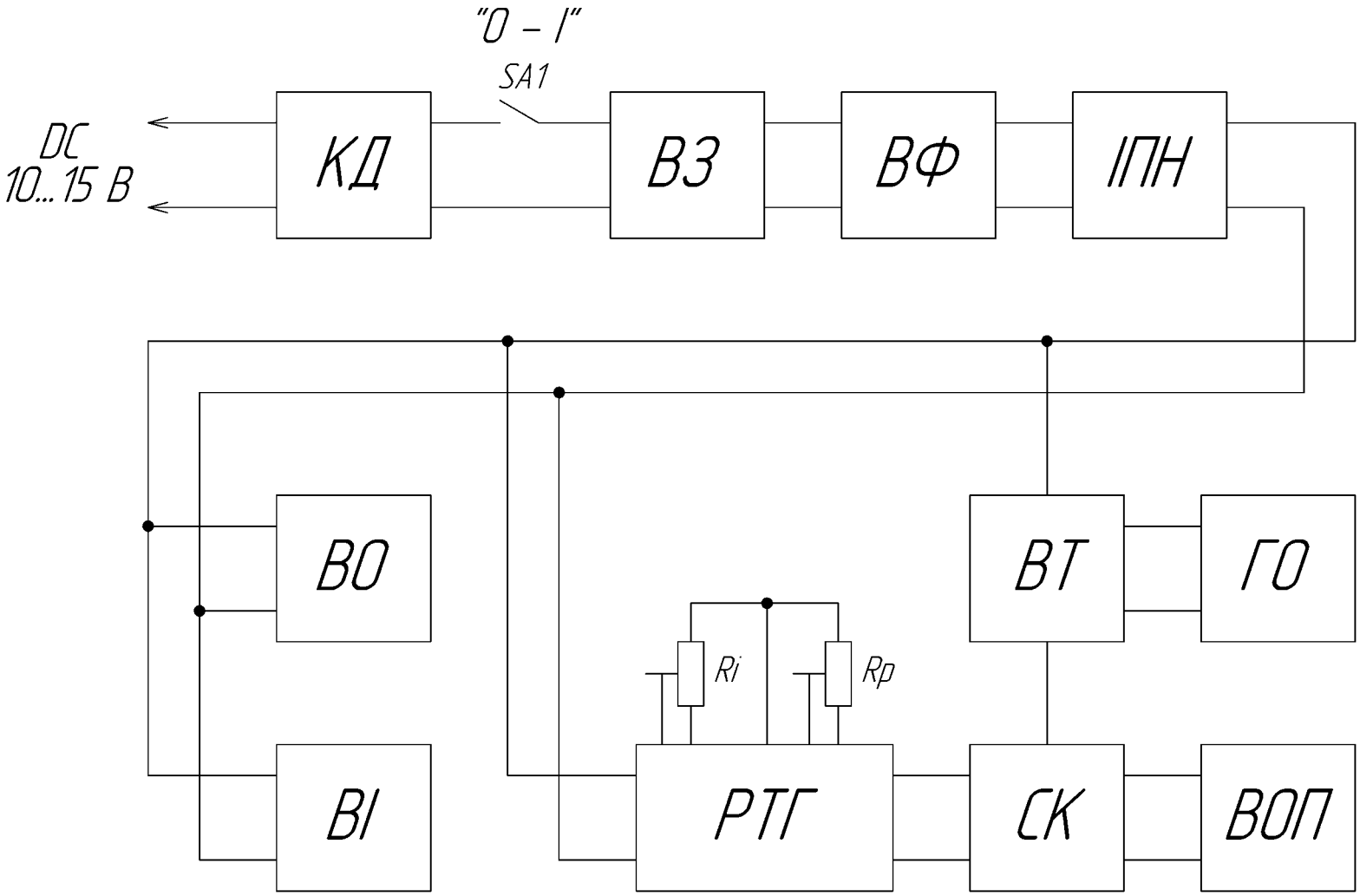
Вузол захисту (ВЗ) призначений для захисту ПО від:

- внутрішніх аварійних процесів у схемі (перевантаження по струму, коротке замикання внутрішніх ланцюгів, електричний пробій елемента схеми тощо);

- випадкового переполюсування напруги живлення;

- перевищення вхідною напругою живлення максимально допустимого значення.

Вхідний фільтр (ВФ) призначений для згладжування пульсацій вхідної напруги живлення та придушення високочастотних перешкод, обумовлених комутаційними процесами у схемі ПО.



Рисунку 2.1 – Електрична функціональна схема портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля

До виходу ВФ підключено імпульсний перетворювач напруги (ІПН). Він призначений для перетворення вхідної напруги живлення (10...15 В) у постійну стабілізовану напругу живлення 12 ± 0,6 В власних потреб ПО.

Вихідна напруга ІПН надходить на відповідні входи вузла охолодження (ВО), вузла індикації (ВО) та джерела живлення генератора озону (ДЖО).

До складу ДЖО входять: регульований тактовий генератор (РТГ), силовий ключ (СК), високовольтний трансформатор (ВТ) та вузол обмеження перенапруг (ВОП).

Регульований тактовий генератор (РТГ) призначений формування послідовності імпульсів управління силовим ключем (СК). Тривалість і частота проходження імпульсів встановлюються за допомогою двох підстроювальних резисторів Ri і Rp, відповідно.

Налаштування параметрів вихідних імпульсів РТГ здійснюється спеціалістами підприємства-виробника.

За допомогою ключа (СК) здійснюється періодичне підключення первинної обмотки високовольтного трансформатора (ВТ) до виходу ІПН.

Вузол обмеження перенапруг (ВОП) призначений для придушення перенапруг, обумовлених комутаційними процесами у схемі ДЖО. Він є формувачем траєкторії перемикання СК при його вимиканні.

Високовольтний трансформатор (ВТ) є підвищуючим імпульсним трансформатором. Він призначений для гальванічної розв'язки ланцюгів живлення генератора озону (ГО) та джерела живлення генератора озону (ДЖО). Генератор озону підключено до виводів вторинної обмотки трансформатора ВТ.

Синтез озону з кисню повітря проводиться генератором озону (ГО) у високовольтному високочастотному бар'єрному електричному розряді. Частота напруги живлення ГО становить 44 кГц.

У ПО передбачені: примусове повітряне охолодження елементів схеми та вентиляція виробу. Охолодження та вентиляція проводяться вузлом охолодження (ВО) за допомогою осьового вентилятора.

Вузол індикації призначений для візуальної індикації стабілізованої напруги 12 ± 0,6 В. Індикація здійснюється світлодіодами синього кольору світіння.

2.2 Опис електричної принципової схеми портативного озонатора

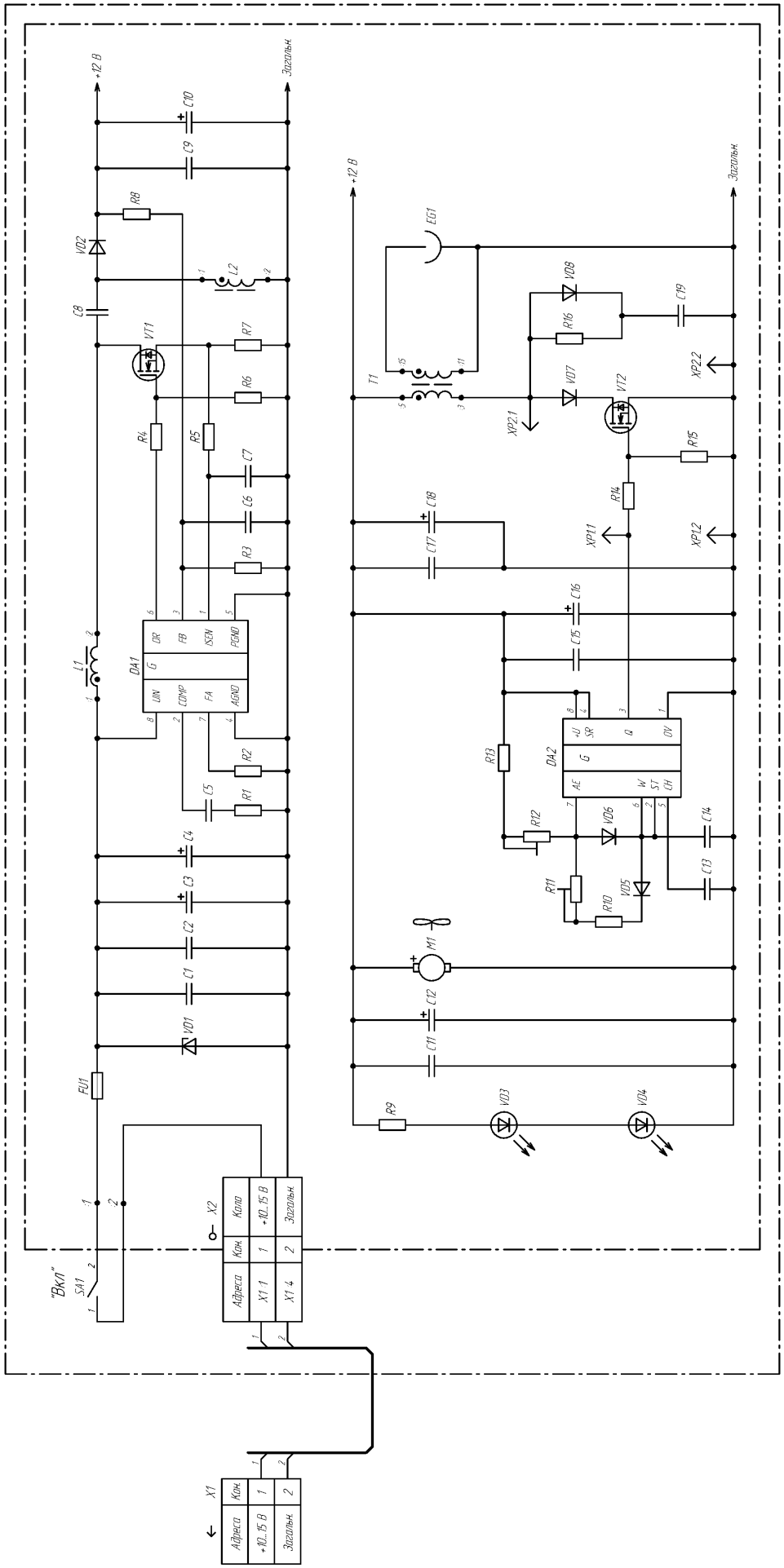
Електрична принципова схема портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля наведена на рисунку 2.2 та відповідає ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Е3. Типи, номінали, параметри компонентів електричної принципової схеми, а також, найменування підприємств-виробників компонентів, наведені в переліку елементів ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ПЕ3.

Електрична схема портативного озонатора змонтована переважно на двосторонній друкованій платі.

Підключення виробу до бортової мережі автомобіля здійснюється за допомогою двожильного електричного шнура підвищеної гнучкості, довжиною 1,5 метра, оснащеного двополюсним конектором X1 (КД). В якості X1 застосований штекер живлення типу GT1-2110A або його аналог. Відповідна частина роз'єму – гніздо живлення GT1-2137A має бути, попередньо, змонтовано в салоні автотранспортного засобу (на схемі не показано). Підключення другого кінця двопровідного електричного шнура до електричної схеми виробу здійснюється за допомогою гвинтового клемника X2.

Включення озонатора здійснюється за допомогою двовивідного клавішного вимикача SA1 шляхом його переведення в положення «1». Вимкнення озонатора відбувається після переведення SA1 у положення "0". Електросинтез озону відбувається при включеному положенні вимикача SA1. Клавішний вимикач розташовується на лицьовій панелі корпусу виробу та підключений до друкованої плати двома гнучкими проводами.

Вузол захисту (ВЗ) включає; запобіжник FU1, що самовідновлюється, і супресор VD1.



Рисунку 2.2 – Електрична принципова схема портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля

До складу вхідного фільтра входять чотири конденсатора С1…С4. Як конденсатори С1 і С2 використані керамічні високочастотні уніполярні конденсатори. Конденсатори С3 та С4 – полярні електролітичні конденсатори великої ємності.

Імпульсний перетворювач напруги (ІПН) є понижувально-підвищуючим перетворювачем типу SEPIC (single-ended primary inductor converter, non-inverting buck-boost converter).

До складу ІПН входять: шість конденсаторів (С5…С10), інтегральний контролер DA1, вісім резисторів (R 1… R8), два дроселі (L1, L2), один діод VD2 та силовий ключ VT1.

Функціонально, ІПН включає:

- силову частину - С8, L1, L2, VD2, VT1, R4, R6;
- систему управління - DA1, С5, R1, R2;
- датчик вихідної напруги - R3, R8, С6;
- датчик струму транзистора VT1 - R5, R7, С7;
- вихідний фільтр - С9, С10.

Реактивні компоненти (С8, L1, L2) призначені для накопичення енергії та її передачі у навантаження ІПН.

Діод VD2 виконує функцію відсікаючого діода.

Силовий ключ утворений MOSFET транзистором VT1 та двома резисторами R4 та R6. Резистори R4 та R6 призначені для обмеження величини струму заряду/розряду ємності затвора транзистора VT1 та захисту ланцюга управління від електромагнітних наведень, відповідно.

В якості інтегрального контролера DA1 застосована мікросхема контролера нижнього плеча N-канального типу для імпульсних стабілізаторів напруги LM3488 виробництва Texas Instruments Incorporated.

Схема ІПН відповідає схемі включення LM3488, наведеній у технічній документації підприємства-виробника. Регулювання величини вихідної напруги ІПН здійснюється широтно-імпульсним способом.

Завдання робочої частоти ІПН здійснюється за допомогою RC-

ланцюжка, що складається з конденсатора С5 та резистора R1. Резистор R2 виконує функцію шунтування входу зовнішнього керування DA1 з метою придушення зовнішніх високочастотних перешкод.

Датчик вихідної напруги ІПН є резистивним дільником напруги. В якості резисторів R3 і R8 використані прецизійні металопленочні резистори. Конденсатор С6 призначений придушення високочастотних перешкод, обумовлених комутаційними процесами у схемі.

Датчик струму транзистора VT складається з прецизійного фольгового резистора R7 виробництва фірми VISHAY серії VCS та інтегруючого RC-ланцюжка – R5, С7.

Вихідний фільтр призначений для згладжування пульсацій вихідної напруги ІПН. До складу фільтра входять два конденсатори – неполярний високочастотний керамічний конденсатор С9 та полярний електролітичний конденсатор великої ємності С10.

Регульований тактовий генератор (РТГ) виконаний на базі мікросхеми інтегрального таймера серії LM555 виробництва National Semiconductor Corporation. До його складу входять: мікросхема DA2, чотири конденсатора (С13…С16), два постійних струмообмежуючих резистора (R10, R12), два підстроювальних резистора (R11, R13) і два високочастотних діода (VD5, VD6).

Застосоване схемотехнічне рішення дозволяє регулювати тривалість вихідних імпульсів і пауз між ними незалежно один від одного.

Завдання (регулювання) тривалості вихідного імпульсу DA2 здійснюється за допомогою ланцюга, утвореного послідовним з'єднанням резисторів - R12, R13 та діода VD6. Завдання (регулювання) паузи між вихідними імпульсами DA2 здійснюється за допомогою ланцюга, утвореного послідовним з'єднанням резисторів - R10, R11 та діода VD5.

Хронуючим конденсатором, для обох ланцюгів, є конденсатор С14.

Конденсатори С13, С15 та С16 є високочастотним та низькочастотним фільтрами ланцюгів живлення DA2.

Силовий ключ (СК) включає: два резистора (R14, R15), MOSFET транзистор VT2 і діод VD7.

Резистор R14 призначений для обмеження струму заряду / розряду ємності затвора VT2 на рівні максимального вихідного струму DA2. Резистор R15 забезпечує захист VT2 від мимовільного включення. Діод VD7 здійснює захист VT2 від прикладання зворотної напруги.

В якості високовольтного трансформатора T1 (ВТ) застосований високочастотний імпульсний трансформатор ТНО-2-106-020-ЕТ виробництва ПП «НВКФ «Екотех».

Генератор озону EG1 (ГО) підключений до виводів вторинної обмотки трансформатора T1. Зовнішній електрод EG1 та один із виводів вторинної обмотки T1 підключені до «загального» проводу схеми портативного озонатора.

Вузол обмеження перенапруг (ВОП) призначений для зниження рівня перенапруг на стоку транзистора VT2. До складу вузла входять: високовольтний імпульсний конденсатор C19, струмообмежуючий резистор R16 і високовольтний високочастотний діод VD8.

Конденсатори C17 та C18 є високочастотним та низькочастотним фільтрами ланцюга живлення первинної обмотки трансформатора T1.

Вузол охолодження (ВО) складається з осьового вентилятора M1 та двох конденсаторів – C11, C12. Конденсатори виконують роль фільтра низькочастотних пульсацій та високочастотних перешкод.

В якості осьового вентилятора використаний вентилятор JF 04 10 S 1 M виробництва компанії JAMICON. Розміри вентилятора – 40 × 40 × 10 мм. Живлення вузла охолодження проводиться вихідною напругою ІПН – 12,0 В.

Вузол індикації (ВІ) призначений для візуального відображення наявності вихідної напруги ІПН. До складу ВІ входять струмообмежуючий резистор R9 і два світлодіода (VD3, VD4). Усі елементи схеми включені послідовно.

В якості світловипромінюючих діодів використані ширококутні

світлодіоди синього кольору світіння. Світлодіоди розташовані по центру вентиляційних решіток корпусу виробу та виконують функцію декоративного підсвічування.

До складу схеми портативного озонатора додатково входять штирьові роз'єми XP1 і XP2. Виводи роз'ємів є контрольними точками та використовуються при налаштуванні виробу. Як XP1 і XP2 використані роз'єми PLS-02 та PLS-03, відповідно.

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СХЕМИ ПОРТАТИВНОГО ОЗОНАТОРА З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ

Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля призначений для дезінфекції та дезодорації салонів автотранспортних засобів. Синтез озону проводиться з кисню повітря, в генераторі озону, під впливом високочастотного бар'єрного високовольтного електричного розряду.

3.1 Розрахунок параметрів зворотноходового перетворювача

Силова частина джерела живлення генератора озону виконана у вигляді однотактного зворотноходового перетворювача - імпульсного перетворювача другого роду з трансформаторним виходом. Електрична принципова схема перетворювача наведена рисунку 3.1.

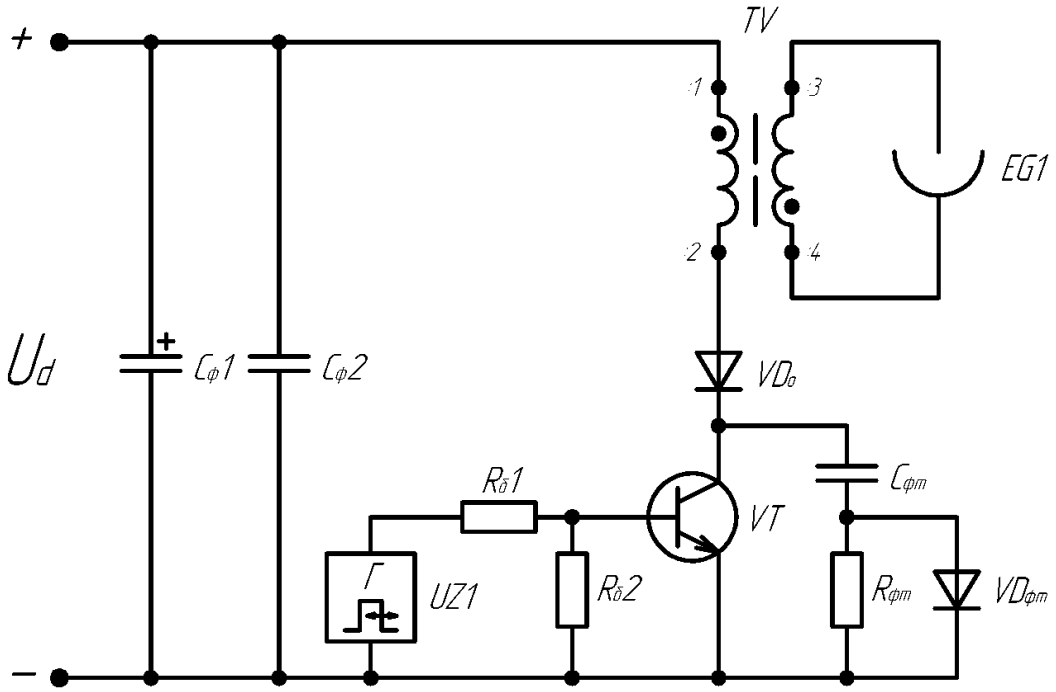


Рисунок 3.1 – Електрична принципова схема силової частини джерела живлення озонатора

Вихідні дані для розрахунку:

- напруга живлення — стабілізована
- значення напруги живлення, U_d, В — 12,0
- вхідний струм — постійний
- амплітуда вихідної напруги, В — 3000
- ємність генератора озону, пФ — 5
- вихідна потужність, Вт — 2,0

3.1.1 Розрахунок напруг та струмів силової частини

Задаючись величинами значень добротності коливального контуру TV - EG1 Q = 5, відповідно та коефіцієнтом заповнення імпульсів управління силовим транзистором VT – $\gamma = 0{,}25$ визначимо коливальну потужність контуру

$$P_0 = \frac{P_2}{1-\gamma} = \frac{2{,}0}{1-0{,}25} = 2{,}67\ Вт\,, \qquad (3.1)$$

де: P_2 – вихідна потужність джерела живлення озонаторна/

Амплітуда струму навантаження, при цьому, становитиме

$$I_m = \frac{4 \cdot \pi \cdot P_0}{U_m\left(1 - e^{-\frac{2\pi}{Q}}\right)}\,, \qquad (3.2)$$

де: U_m – амплітуда вихідної напруги.

$$I_m == \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}67}{3000 \cdot \left(1 - 2{,}718^{-\frac{2 \cdot 3{,}14}{5}}\right)} = \frac{33{,}55}{3000 \cdot 0{,}715} = 0{,}0156\ А$$

Кругова частота коливальної системи $L_\mu – C_0$ дорівнює

$$\omega_0 = \frac{I_m}{C_0 \cdot U_m} = \frac{0{,}0156}{5 \cdot 10^{-12} \cdot 3000} = 1{,}04 \cdot 10^6\ , \qquad (3.3)$$

Частота та період коливальної системи $L_\mu - C_0$, відповідно, дорівнюють:

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2 \cdot \pi} = \frac{1{,}04 \cdot 10^6}{2 \cdot 3{,}14} = 165521\ Гц \qquad (3.4)$$

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{165521} = 6{,}042 \cdot 10^{-6}\ c \qquad (3.5)$$

Величина коефіцієнта заповнення імпульсів керування силовим транзистором визначається за такою формулою:

$$\gamma = \frac{t_u}{t_u + T_0}\ , \qquad (3.6)$$

де: t_i – тривалість імпульсу включеного стану транзистора VT

Тривалість імпульсу включеного стану транзистора VT дорівнює:

$$t_u = \frac{\gamma}{1 - \gamma} \cdot T_0 = \frac{0{,}25}{1 - 0{,}25} \cdot 6{,}042 \cdot 10^{-6} = 2{,}014 \cdot 10^{-6}\ c \qquad (3.7)$$

Тривалість «робочого» періоду коливань та «робоча» частота, відповідно, дорівнюють:

$$T_p = t_u + T_0 = 2{,}014 \cdot 10^{-6} + 6{,}042 \cdot 10^{-6} = 8{,}056 \cdot 10^{-6}\ c \qquad (3.8)$$

$$f_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{8{,}056 \cdot 10^{-6}} = 124131\ Гц \qquad (3.9)$$

Задаючись амплітудним значенням напруги на колекторі транзистора VT – Um1 = 150 В, визначимо коефіцієнт трансформації трансформатора TV

$$k_T = \frac{U_m}{U_{m1}} = \frac{3000}{150} = 20 \tag{3.10}$$

Амплітуда струму колектора транзистора VT

$$I_{m1} = k_T \cdot I_m = 20 \cdot 0{,}0156 = 0{,}313\ A \tag{3.11}$$

Приведений хвильовий опір

$$\rho' = \frac{U_{m1}}{I_{m1}} = \frac{150}{0{,}313} = 479{,}2\ Ом \tag{3.12}$$

Індуктивність намагнічування первинної обмотки трансформатора TV дорівнює

$$L_\mu = \frac{\rho'}{\omega_0} = \frac{479{,}2}{1{,}04 \cdot 10^6} = 46{,}08 \cdot 10^{-5}\ Гн \tag{3.13}$$

Коефіцієнт приросту струму колектора Δi* складає

$$\Delta i^* = 1 - e^{-\frac{\pi}{Q}} = 1 - e^{-\frac{3.14}{5}} = 0{,}4665\ A \tag{3.14}$$

Розрахункове значення вхідної напруги живлення силової частини джерела живлення озонатора (вхідна напруга) складає

$$E_d = \frac{\Delta i^* \cdot I_{m1} \cdot L_\mu}{t_u} = \frac{0{,}4665 \cdot 0{,}313 \cdot 46{,}08 \cdot 10^{-5}}{2{,}014 \cdot 10^{-6}} = 33{,}41\ B \tag{3.15}$$

Визначене значення вхідної напруги E_d не відповідає вихідним даним для розрахунку. Визначимо тривалість імпульсу t_{i1} при $U_d = 12$ В

$$t_{u1} = \frac{\Delta i^* \cdot I_{m1} \cdot L_\mu}{U_d} = \frac{0{,}4665 \cdot 0{,}313 \cdot 46{,}08 \cdot 10^{-5}}{12} = 5{,}607 \cdot 10^{-6}\ c \quad (3.16)$$

Звідки, за формулами (3.6), (3.8) і (3.9) визначимо уточнений коефіцієнт заповнення γ_1 та, відповідні йому, тривалість робочого періоду коливань T_{p1} і робочу частоту f_{p1}

$$\gamma_1 = \frac{t_u}{t_u + T_0} = \frac{5{,}607 \cdot 10^{-6}}{5{,}607 \cdot 10^{-6} + 6{,}042 \cdot 10^{-6}} = 0{,}481$$

$$T_{p1} = t_{u1} + T_0 = 5{,}607 \cdot 10^{-6} + 6{,}042 \cdot 10^{-6} = 11{,}649 \cdot 10^{-6}\ c$$

$$f_{p1} = \frac{1}{T_{p1}} = \frac{1}{11{,}649 \cdot 10^{-6}} = 85844{,}3\ Гц$$

3.1.2 Розрахунок параметрів трансформатора

В якості осердя трансформатора TV вибираємо Ш-подібне осердя виробництва компанії EPCOS серії ETD29/16/10 типу B66358-G-X187 з каркасом B66359A1013T001 (www.epcos.com) [7]. Геометричні розміри сердечника, відповідно до рисунку 3.2, наведені в таблиці 3.1.

На підставі даних, наведених у таблиці 3.1, визначимо номінальну – $S_{ст}$ та мінімальну площі перерізу – $S_{ст_min}$ магнітопроводу, відповідно:

$$S_{cm} = d \cdot c = 9{,}8 \cdot 9{,}8 = 96{,}04\ мм^2 = 96{,}04 \cdot 10^{-6}\ м^2 \quad (3.17)$$

$$S_{cm_min} = d_{min} \cdot c_{min} = 9{,}2 \cdot 9{,}2 = 84{,}64\ мм^2 = 84{,}64 \cdot 10^{-6}\ м^2 \quad (3.18)$$

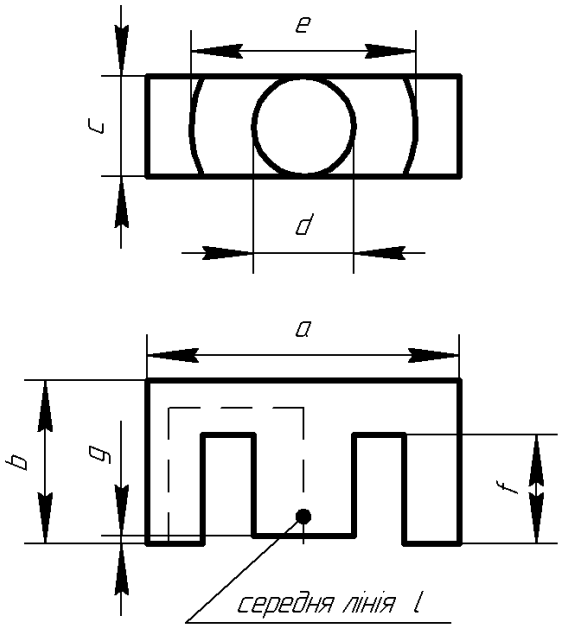


Рисунок 3.2 – Креслення Ш-подібного осердя серії ETD

Таблиця 3.1 – Геометричні розміри осердя ETD29/16/10

Позначення	Мінімальне значення, мм	Номінальне значення, мм	Максимальне значення, мм	Примітки
a	29.0	30,6	-	
b	15.6	16.0	-	
c	9.2	9.8	-	
d	9.2	9.8	-	
e	-	22.0	23.4	
f	-	10.7	11.3	
g	0,0	0,0	0,0	

Площа перерізу вікна магнітопроводу, що складається з двох сердечників, дорівнює

$$S_{ок} = (e - d) \cdot f = (22{,}0 - 9{,}8) \cdot 10{,}7 = 130{,}54\ мм^2 \qquad (3.19)$$

Площа перерізу вікна магнітопроводу з урахуванням розмірів котушки

каркасу $d_{кр}$ = 11,8 мм $l_{кр}$ = 19,4 мм (при відхиленнях розмірів каркаса максимально зменшуючих розмір вікна) $S_{ок\text{-}кр}$ = 98,94 мм^2 [7] складає

$$S_{ок-кр} = \frac{e - d_{кр}}{2} \cdot l_{кр} = \frac{22 - 11{,}8}{2} \cdot 19{,}4 = 98{,}94 \text{ мм}^2 \qquad (3.20)$$

Довжина середньої лінії сердечника дорівнює

$$l_{ср} = b + f + \frac{a + e}{4} = 16{,}0 + 10{,}7 + \frac{30{,}6 + 22{,}0}{4} = 39{,}85 \text{ мм} \qquad (3.21)$$

Довжина середньої лінії при мінімальних розмірах сердечника дорівнює

$$l_{ср\,min} = b_{min} + f_{max} + \frac{a_{min} + e_{max}}{4} =$$

$$= 15{,}6 + 11{,}3 + \frac{29{,}0 + 23{,}4}{4} = 40{,}0 \text{ мм} \qquad (3.22)$$

Для подальших розрахунків використовуємо мінімальне з одержаних значень. Довжина середньої лінії магнітопроводу, що складається з двох сердечників, дорівнює

$$l_{ср\,м} = 2 \cdot l_{ср} = 2 \cdot 39{,}85 = 79{,}7 \text{ мм} = 79{,}7 \cdot 10^{-3} \text{ м} \qquad (3.23)$$

Задаючись значенням максимальної індукції в магнітопроводі трансформатора VT, визначимо ширину зазору в осерді

$$g = \frac{\mu_0 \cdot I_{m1}^2 \cdot L_\mu}{B_m^2 \cdot S_{ст\,min}} = \frac{1{,}257 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}313^2 \cdot 46{,}08 \cdot 10^{-5}}{0{,}15^2 \cdot 84{,}64 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 2{,}98 \cdot 10^{-5} \text{ м}, \qquad (3.24)$$

де: μ_0 – магнітна проникність вакууму $\mu_0 = 1{,}257 \cdot 10^{-6}$ Гн / м;

B_m – максимальне значення індукції в магнітопроводі.

З метою зниження втрат у магнітопроводі, приймаємо $B_m = 0{,}15$ Тл. Кількість витків первинної обмотки становитиме

$$W_1 = \sqrt{\frac{L_\mu \cdot g}{\mu_0 \cdot S_{cm\,min}}} = \sqrt{\frac{46{,}08 \cdot 10^{-5} \cdot 2{,}98 \cdot 10^{-5}}{1{,}257 \cdot 10^{-6} \cdot 84{,}64 \cdot 10^{-6}}} = 11{,}36 \text{ витка} \qquad (3.25)$$

Приймаємо W1=12 витків/

Розрахована ширина зазору дуже мала. Проведемо перевірку режиму насичення магнітопроводу без зазору (μ=2000) згідно із законом Ампера

$$I \cdot W = H \cdot l_{ср} \qquad H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0}$$

$$I \cdot W = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} \cdot l_{ср} \qquad (3.26)$$

Згідно з отриманими результатами

$$I \cdot W = I_{m1} \cdot W = 0{,}313 \cdot 12 = 3{,}756\ A \cdot \textit{витков}$$

$$H \cdot l_{ср\,м} = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} \cdot l_{ср\,м} = \frac{0{,}15}{2000 \cdot 1{,}257 \cdot 10^{-6}} \cdot 79{,}7 \cdot 10^{-3} = 4{,}75\ A \cdot \textit{витков}$$

Зробимо розрахунок кількості витків первинної обмотки трансформатора за формулою

$$W_1 = \frac{U_{m1} \div \sqrt{2}}{4.44 \cdot f_0 \cdot B_m \cdot S_{cm\,min}} \qquad (3.27)$$

$$W_1 == \frac{150 \div \sqrt{2}}{4{,}44 \cdot 165521 \cdot 0{,}15 \cdot 84{,}64 \cdot 10^{-6}} = 11{,}36 \text{ витков}$$

Приймаємо W1=12 витків

Результати розрахунків кількості витків W1, виконані за формулами (3.25) та (3.27) збігаються.

Виходячи з того, що $k_T = 20$

$$W_2 = k_T \cdot W_1 = 20 \cdot 12 = 240 \text{ витков} \qquad (3.28)$$

3.2 Розрахунок елементів вузла індикації

В якості світлодіодів вузла індикації наявності напруги живлення вибираються світлодіоди GNL-1880 UBC виробництва компанії G-NOR Optoelectronics з наступними параметрами [8]:

- пряме падіння напруги, U_a, В 3,0…3,5
- максимальна постійна зворотна напруга, U_b, В 5
- номінальний прямий струм, I_a, мА 20
- тілесний кут випромінювання, Q, градус 90
- колір свічення синій
- тип корпусу Piranha

Електрична принципова схема вузла індикації, розташованого на платі портативного озонатора, приведена на рисунку 3.3.

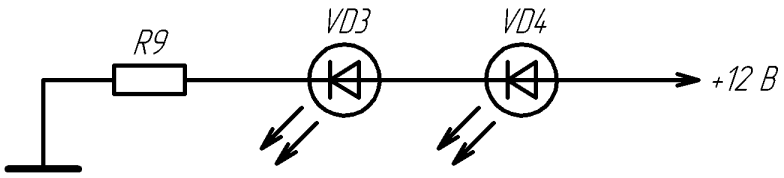


Рисунок 3.3 – Електрична принципова схема вузла індикації

Нумерація елементів, зображених рисунку 3.3, відповідає нумерації елементів електричної принципової схеми ЕІСПЗ ДП. 23657.00.00.00.00.Е3

Опір резистора R6 визначається для мінімального значення U_a = 3,0 В

$$R6 = \frac{U_d - n \cdot U_a}{I_a} = \frac{12 - 2 \cdot 3}{20 \cdot 10^{-3}} = 300 \ Ом\,, \qquad (3.29)$$

де: U_d – стабілізована напруга живлення власних потреб, U_d = 12 В;

U_a – пряме падіння напруги на світлодіоді, В;

I_a – номінальний прямий струм світлодіода, А;

n – кількість світлодіодів, включених послідовно, шт.

Потужність, що виділяється в резисторі, дорівнює

$$P_{R6} = \frac{(U_d - n \cdot U_a)^2}{R6} = \frac{(12 - 2 \cdot 3)^2}{300} = 0{,}12 \text{ Вт} \qquad (3.30)$$

В якості резистора R6 вибирається плівковий резистор R-1206 150 Ом ±1% muRata.

3.3 Розрахунок елементів регульованого тактового генератора

Система управління однотактним імпульсним перетворювачем є регульований тактовий генератор (РТГ), виконаний на мікросхемі КР1006ВІ1 (DA2). Як DA2, окрім КР1006ВІ1, можуть бути використані її аналоги: ICM7555, NE/SA/SE555/SE555C виробництва Philips Semiconductors, LM555 виробництва National Semiconductor Corporation, TS555 виробництва ST з наступними технічними параметрами [9]:

- діапазон напруги живлення, U_{CC}, В 4,5…16,0
- максимальна напруга живлення, U_{CC} max, В 18,0
- максимальний струм споживання, I_{CC} max, мА 15,0

- вихідний струм (струм навантаження), I_{OUT}, мА 100,0
- вихідна напруга високого рівня, при I_{OUT} = 100 мА, $U_{1\ OUT}$, В U_{CC} - 2,0
- вихідна напруга низького рівня, при I_{OUT} = -100 мА, $U_{0\ OUT}$, В 2,0
- струм управління по входу RESET, при U_{RESET} = 0.4 В, I_{40}, мА - 0,4
- струм управління по входу RESET, при U_{RESET} = U_{CC}, I_{41}, мкА 2,0
- діапазон робочих температур °С 0…70
- максимальна потужність, що розсіюється корпусом, P_D, мВт 600
- тип корпусу DIP-8

Зовнішнє управління включенням/виключенням генератора імпульсів управління (DA2, VD5, VD6, R10…R13, C13…C16) відсутнє. Електрична принципова схема РТГ наведена на рисунку 3.4.

Нумерація елементів, зображених рисунку 3.4, відповідає нумерації елементів електричної принципової схеми ЕІСПЗ ДП. 23657.00.00.00.00.Е3

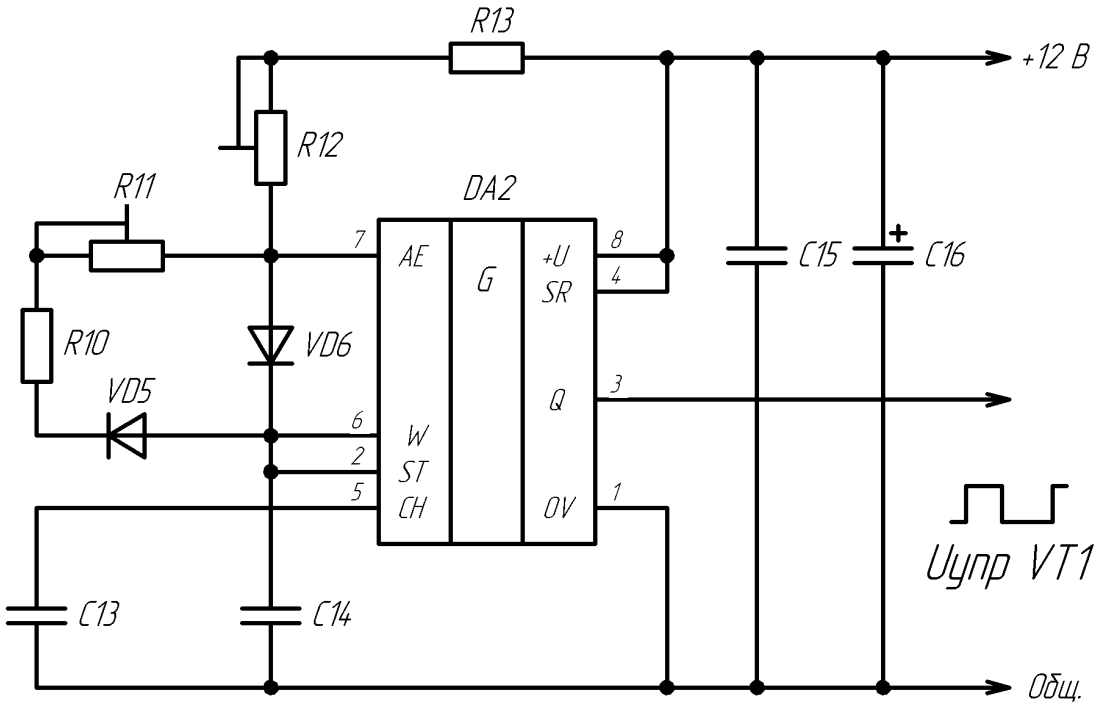


Рисунок 3.4 – Електрична принципова схема РТГ

Напруга живлення РТГ, згідно електричної принципової схеми озонатора, дорівнює U_d = 12,0 В. З метою скорочення об'єму розрахунків, для

електричних ланцюгів, що живляться напругою U_d = 12,0 В, визначим максимальне значення робочого струму резисторів R-1206 виходячи з їх потужності розсіювання P_{1206} = 0,25 Вт.

$$I_R = \frac{P_{1206}}{U_{CУ}} = \frac{0{,}25}{12{,}0} = 0{,}0208\ A \qquad (3.31)$$

Відповідно результату розрахунку (3.31), з метою уніфікації типів елементів, в ланцюгах, що живляться від джерела напруги U_d = 12,0 В, при струмі ланцюга I ≤ 0,0208 А, як резистори, слід вибирати резистори типу R-1206 виробництва фірми muRata.

Відповідно до експериментальних даних, для наведеної на рисунку 3.4 схеми включення мікросхеми КР1006ВІ1 або її аналогів, тривалість вихідного імпульсу $t_и$ і паузи між імпульсами $t_п$ ($U_{упр\ VT1}$ вивід 3 DA2), відповідно, рівні:

$$t_u = 0{,}88 \cdot (R12 + R13) \cdot C14 \qquad (3.32)$$

$$t_n = 0{,}82 \cdot (R10 + R11) \cdot C14 \qquad (3.33)$$

Згідно з результатами розрахунків (3.16), тривалість вихідного імпульсу управління, при напрузі живлення U_d = 12 В, дорівнює

$$t_u = t_{u1} = 5{,}607 \cdot 10^{-6}\ c\ ,$$

Тривалість паузи між імпульсами відповідає періоду коливальної системи $L_μ$ - C_0, (3.5) та дорівнює

$$t_n = \mathrm{T}_0 = 6{,}042 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{c}\ .$$

Задаючись значеннями мінімальної і максимальної тривалості імпульсу

управління $t_{и\ min}$ = 4 мкс і $t_{и\ max}$ = 7 мкс, відповідно, і значенням ємності конденсатора С14 – $2{,}4 \cdot 10^{-9}$ Ф, визначимо сумарне максимальне і мінімальне значення опорів резисторів R12 і R13 для кожної тривалості:

$$(R12 + R13)_{max} = \frac{t_{u\ max}}{0{,}88 \cdot C14} = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{0{,}88 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-9}} = 3314\ \text{Ом} \qquad (3.34)$$

$$(R12 + R13)_{min} = \frac{t_{u\ min}}{0{,}88 \cdot C14} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{0{,}88 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-9}} = 1894\ \text{Ом} \qquad (3.35)$$

Як резистори R12 і R13 вибираємо змінний резистор 3321 2,0кОм ± 10% і плівковий резистор R-1206 1,8 кОм ±1% виробництва muRata.

Як конденсатор С14 вибираємо керамічний конденсатор R15 X7R 242 ±10% 50 H 5 muRata (К10-17Б 50В 2,4 нФ ±10%).

Задаючись значеннями мінімальної і максимальної тривалості паузи між імпульсами управління $t_{п\ min}$ = 4,5 мкс і $t_{п\ max}$ = 7,5 мкс, відповідно, при ємності конденсатора С14 = 2,4 нФ, визначим сумарне максимальне і мінімальне значення опорів резисторів R10 і R11 для кожної тривалості.

$$(R10 + R11)_{max} = \frac{t_{n\ max}}{0{,}82 \cdot C14} = \frac{7{,}5 \cdot 10^{-6}}{0{,}82 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-9}} = 3811\ \text{Ом} \qquad (3.36)$$

$$(R10 + R11)_{min} = \frac{t_{n\ min}}{0{,}82 \cdot C14} = \frac{4{,}5 \cdot 10^{-6}}{0{,}82 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-9}} = 2286\ \text{Ом} \qquad (3.37)$$

Як резистори R10 і R11 вибирається плівковий резистор R-1206 2,2 кОм ±1% muRata і змінний резистор 3321 2,0кОм ± 10%.

Як конденсатор С13, відповідно до рекомендацій підприємств виробників, вибирається керамічний конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata (К10-17Б 50В 0,1 мкФ ±10%) [9].

Як діоди VD5 і VD6 вибираються високочастотні діоди DL4148 виробництва MIC з наступними параметрами:

- максимальна зворотна напруга, U_b, В 100
- максимальний випрямлений струм, I_a, А 0,15
- час відновлення, t_b, нс 4
- тип корпусу DL-35

В якості конденсаторів С15 та С16 вибираємо керамічний конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 (К10-17Б 50В 0,1 мкФ ±10%) та електролітичний конденсатор SK 47,0 мкФ 35 В (тип корпусу 0612) виробництва muRata і Jamicon, відповідно.

4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Важливим етапом розробки електричної схеми портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля побутового є моделювання електромагнітних процесів у силової частині імпульсного перетворювача постійно напруги третього роду типу SEPIC (блок ІПН рисунок 2.1).

4.1 Моделювання електромагнітних процесів в імпульсному перетворювачі постійної напруги третього роду типу SEPIC

На підставі розрахунків, у програмному пакеті MathLab, зібрана спрощена електрична схема імпульсного перетворювача постійної напруги третього роду типу SEPIC (ІППН типу SEPIC).

Схема моделі перетворювача наведена на рисунку 4.1.

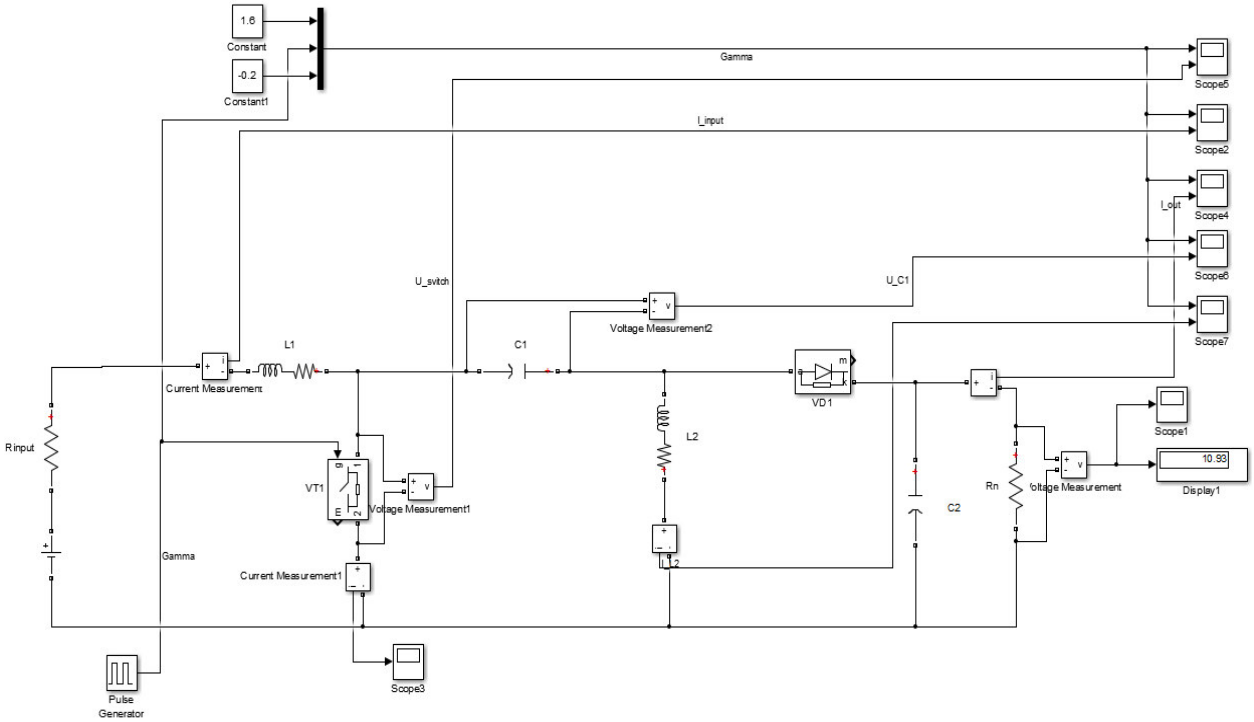


Рисунок 4.1 – Схема імпульсного перетворювача постійної напруги третього роду типу SEPIC

Схема ІППН типу SEPIC (неінвертуючий понижувально-підвищувальний, single-ended primary inductor converter, non-inverting buck-boost converter) включає до себе автономну систему управління (Pube Generator), силовий ключ (VT1) діод (VD1), два дроселя (L1, L2), два конденсатора (C1, C2) и резистор навантаження (Rn). Живлення ІППН типу SEPIC здійснюється від ідеального джерела постійної напруги – електричної батареї. Послідовно з батареєю включено резистор (R input), що імітує наявність її внутрішнього опору. Електромагнітні процеси в схемі контролюються за допомогою датчиків напруги (Voltage measurement) та струму (Current measurement)

На рисунку 4.2 та рисунку 4.3 наведено часові діаграми імпульсів управління силового ключа (VT1) та вхідного і вихідного струмів ІППН типу SEPIC при γ = 0,333 (I input і I out) в режимі безперервного вхідного струму, відповідно.

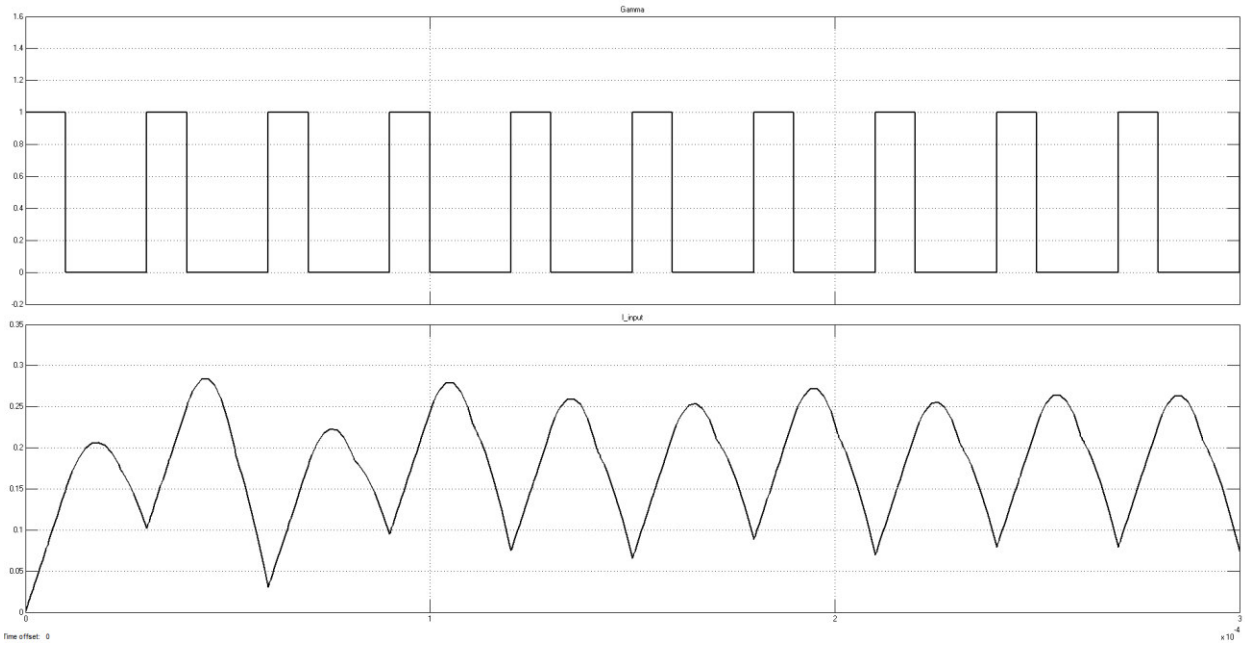


Рисунок 4.2 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вхідного струму ІППН типу SEPIC в режимі безперервного вхідного струму при γ = 0,333

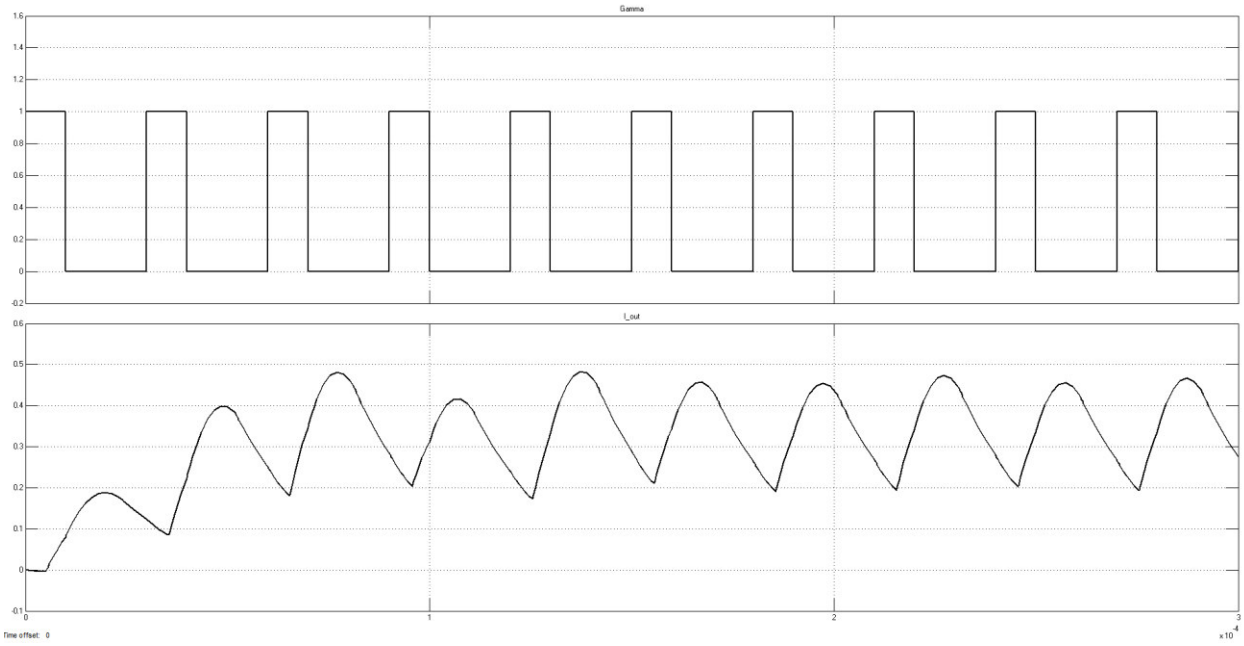


Рисунок 4.3 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вихідного струму ІППН типу SEPIC в режимі безперервного вхідного струму при γ = 0,333

На рисунку 4.4 та рисунку 4.5 наведено часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вхідного струму ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,333 та γ = 0,666, відповідно.

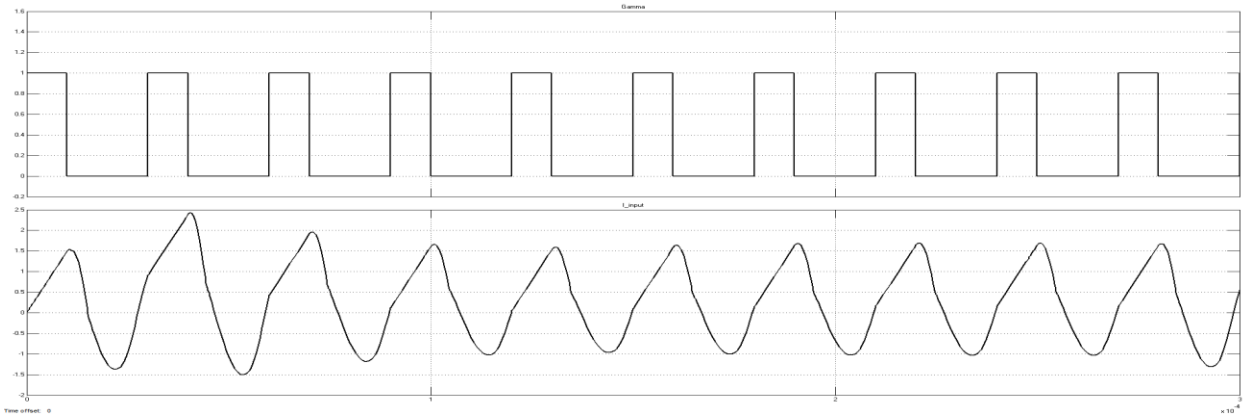


Рисунок 4.4 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вхідного струму ІППН типу SEPIC в режимі переривчастого струму при γ = 0,333

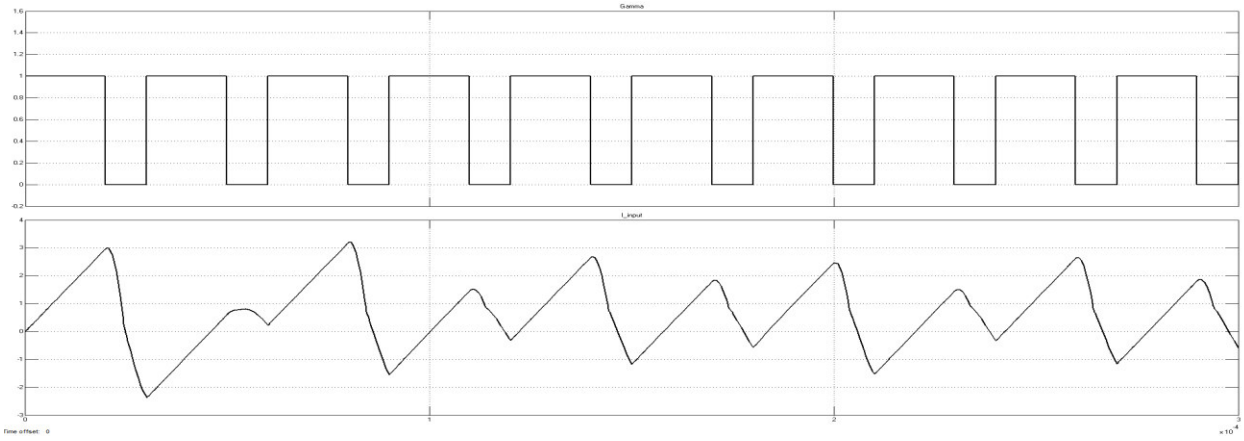


Рисунок 4.5 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вхідного струму ІППН типу SEPIC в режимі переривчастого струму при γ = 0,666

На рисунку 4.6 та рисунку 4.7 наведено часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та напруги на ключі VT1 ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,333 та γ = 0,666, відповідно.

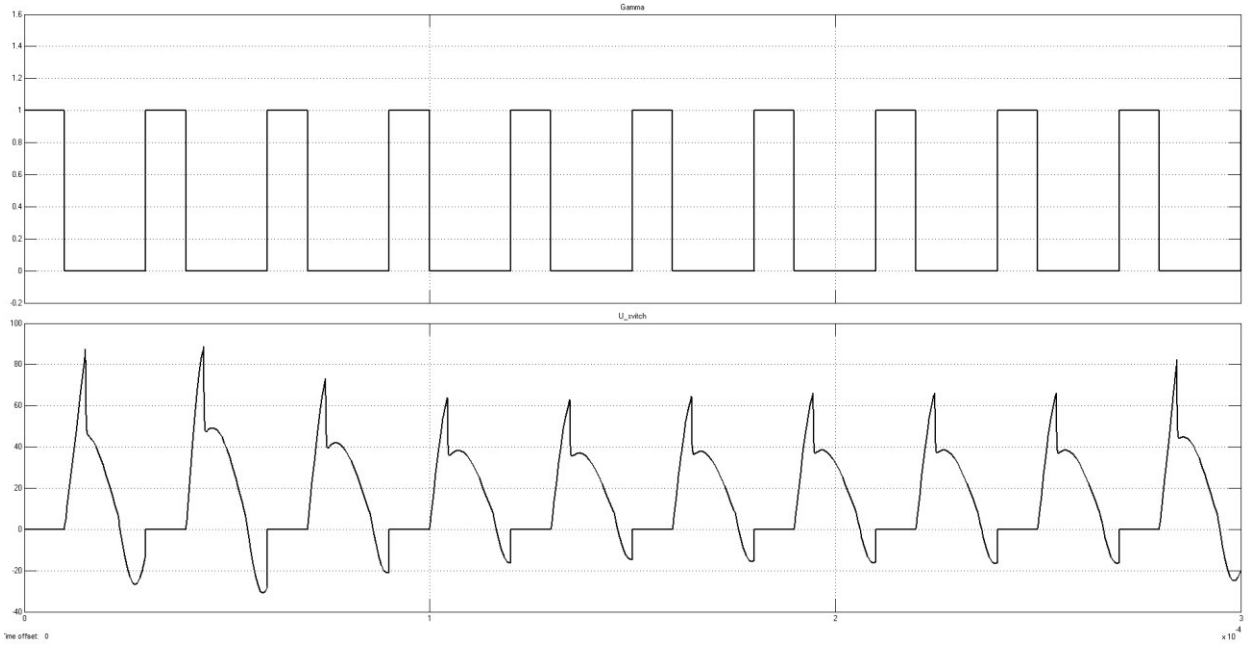


Рисунок 4.6 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та напруги на ключі VT1 ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,333

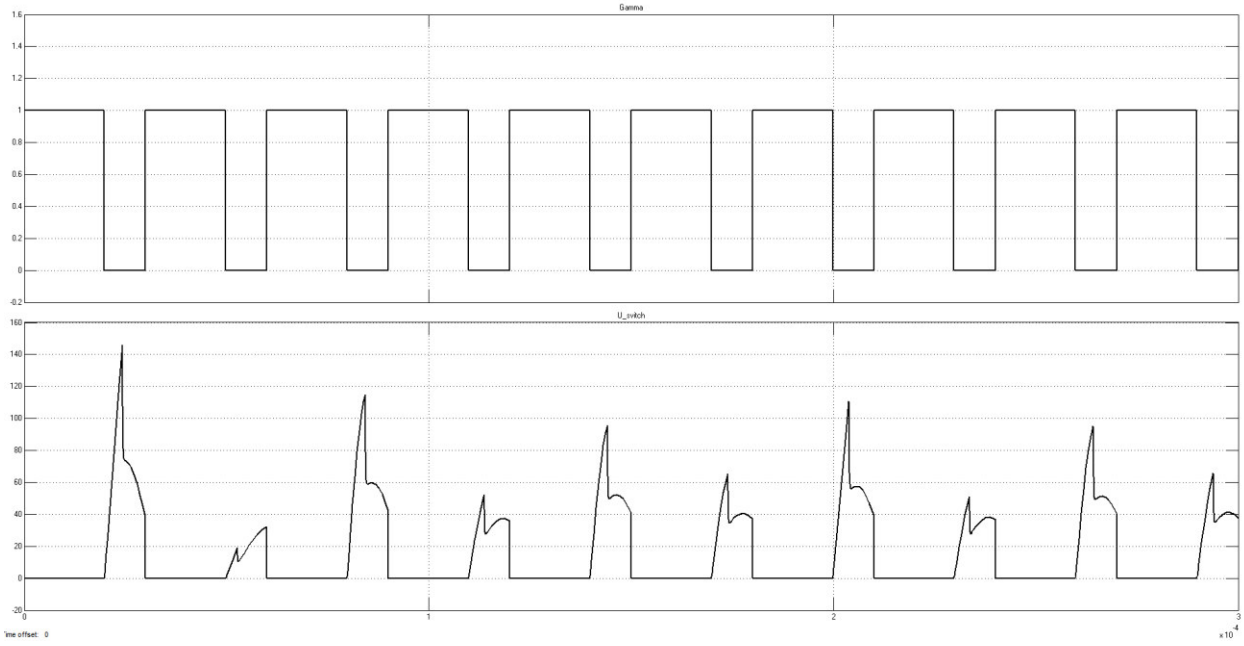


Рисунок 4.7 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та напруги на ключі VT1 ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,666

На рисунку 4.8 та рисунку 4.9 наведено часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вихідного струму ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,333 та γ = 0,666, відповідно.

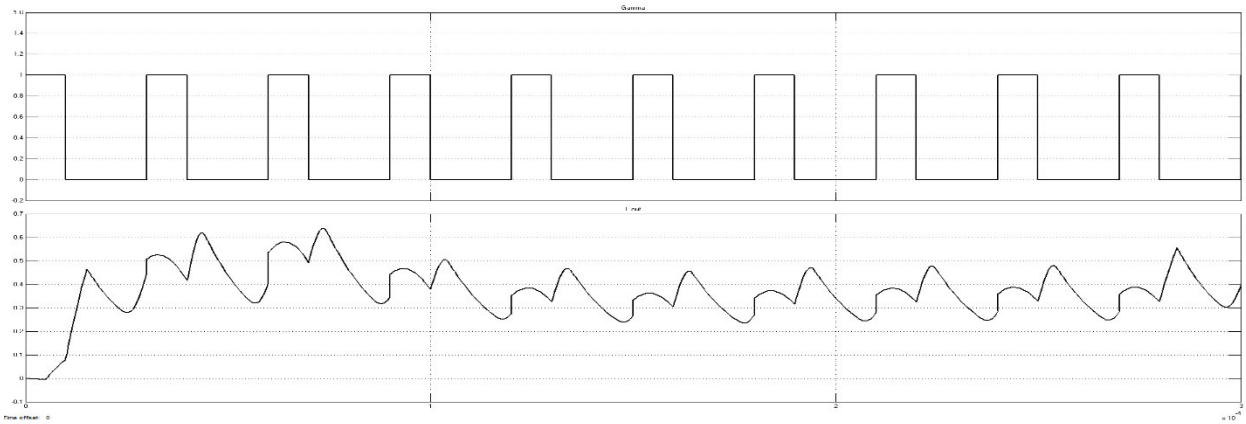


Рисунок 4.8 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вихідного струму ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при γ = 0,333

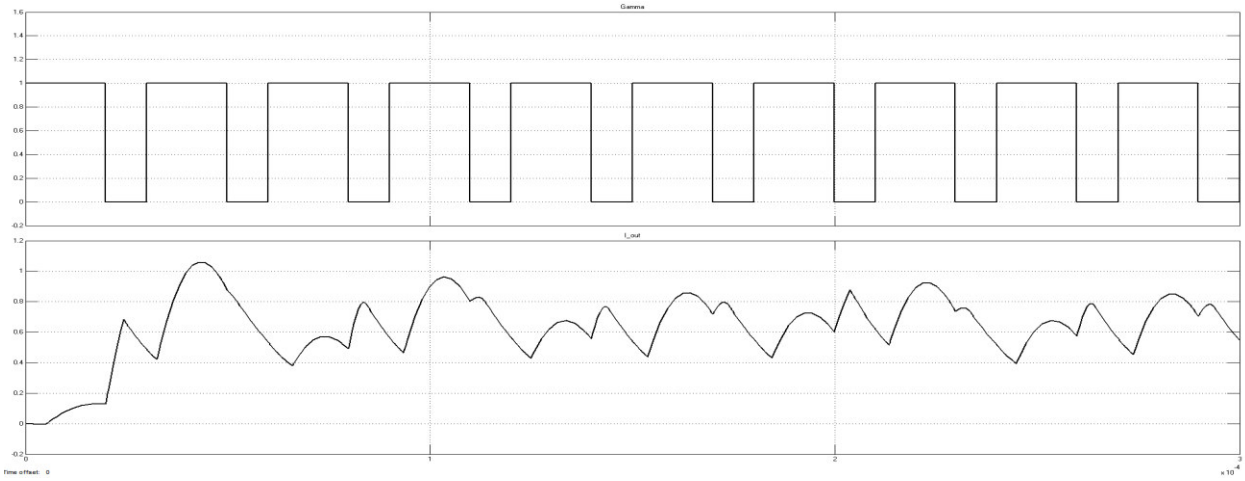


Рисунок 4.9 – Часові діаграми імпульсів управління силового ключа VT1 та вихідного струму ІППН типу SEPIC у режимі переривчастого вхідного струму при $\gamma = 0{,}666$

Наведені часові діаграми відповідають теоретичним.

4.2 Охорона праці на ділянці збирання портативних озонаторів

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі праці.

Закон України «Про охорону праці» було ухвалено Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя та здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи, організації або уповноваженим ним органом та працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [10].

4.2.1 Основні шкідливі та небезпечні фактори виробництва

Шкідливі фізичні фактори виробничого середовища, які можуть впливати на працівників ділянки збирання портативних озонаторів: несприятливий мікроклімат, перепади освітленості, електричний струм.

Головним небезпечним фактором є електрика. Електричні установки; призначені для виробництва, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інший вид; до яких відносяться практично все обладнання, становлять для людини велику небезпеку, тому що в процесі експлуатації людина може торкнутися елементів, що знаходяться під напругою. При цьому через тіло людини буде протікати електричний струм, який викликає термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію [11].

Заходи щодо забезпечення електробезпеки розроблені відповідно до ДСТУ 7237:2011 (Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту), ПУЕ-2014 (Правила улаштування електроустановок), ДБН В.2.5-27-2006 (Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд, НПАОП 40.1-1.01-97 (Правила безпечної експлуатації електроустановок) та ДСТУ Б В.2.5-82:2016 (Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом).

У таблиці 4.1 наведено порогові значення струмів, що можуть проходити через людину.

Таблиця 4.1 – Порогові значення струмів

Рід струму	Відчутний струм не більше 10 хв., мА	Невідпускний не більше 3 сек., мА	Смертельний (фібриляційний), мА
Змінний (50Гц)	0,6...15	4...10	80...100
Постійний	2...7	15...70	300

З точки зору заходів, що вживаються для забезпечення електробезпеки, електроустановки на ділянці зборки систем керування пристроїв відносяться до електроустановок напругою до 1000В.

Правила улаштування електроустановок (ПУЭ) [12] встановлюють найбільші допустимі значення опору заземлювача розтіканню струму трохи більше 4 Ом. За умовами безпеки заземлення має мати малий опір, забезпечити який можна шляхом збільшення геометричних розмірів електрода або збільшення їх числа, з'єднаних в єдиний контур.

Заземленою нейтраллю називається нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через мале опір. Опір заземлення нейтралі джерела струму r_o повинен бути таким, щоб у разі замикання будь-якої фази на землю через опір $r_{зм}$ напруга, під якою виявиться людина, що доторкнулася до зануленого корпусу або до нульового захисного дроту безпосередньо, не перевищувало деякої допустимої напруги дотику $U_{пр.доп.}$, В.

Для виключення випадків замикання фази на металеві конструкції з малим опором розтіканню ці конструкції повинні бути з'єднані з нульовим захисним провідником, тобто. занулені.

Приміщення, до якого належить ділянка збирання, належить до приміщення без підвищеної небезпеки, але так як небезпека ураження електричним струмом існує усюди, де використовуються електроустановки, приміщення без підвищеної небезпеки не можна назвати безпечними [13].

Організаційні та технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають в основному у:

- відповідному навчанні, інструктажі та допуску до роботи з електроустановками осіб, які пройшли медичний огляд;

- виконанні ряду технічних заходів при проведенні робіт з відключенням напруги в діючих електроустановках або поблизу них (замикання проводів, зняття запобіжників, від'єднання кінців живильних ліній; встановленні огорож та знаків безпеки; накладення заземлень тощо);

- дотримані особливих вимог під час робіт на струмопровідних частинах, що знаходяться під напругою, або поблизу них, застосування електрозахисних засобів.

До основних ізолюючих захисних засобів для електроустановок та засобів захисту персоналу відносять: ізолюючі штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, захисні окуляри, щитки тощо.

4.2.2 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці спрямовані на запобігання чи зменшення впливу на працюючих шкідливих виробничих факторів. Вони забезпечують на робочих місцях нормальні умови повітряного середовища, необхідну освітленість, усувають вплив шуму, випромінювань та інших шкідливих виробничих факторів [10, 11].

Основними джерелами теплоти в приміщеннях збиральної ділянки є:

- основне та допоміжне обладнання – до 80%;
- прилади висвітлення – 12%;
- обслуговуючий персонал – 1%;
- сонячна радіація – 6%.

Відповідно до ДСТУ EN 482:2022 (Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин), у приміщеннях передбачаються такі вимоги до параметрів повітряного середовища (таблиця 6.2).

Таблиця 4.2 – Оптимальні значення параметрів повітряного середовища

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с,≤
Теплий	+22...+24	40-60	0,2
Холодний	+21...+23	40-60	0,1

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 (Опалення, вентиляція та кондиціонування) на

ділянці збирання передбачається загальнообмінна припливно-витяжна механічна вентиляція.

До освітленості приміщення висуваються високі вимоги, пов'язані з явним переважанням візуальної інформації (до 90% загального обсягу).

Передбачається використання як природного, так і штучного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 (Природне і штучне освітлення).

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися через вікна у бокових стінах. Практика показує, що рівень природної освітленості в процесі експлуатації будівель значно знижується у зв'язку із забрудненням скляних поверхонь світлових отворів, а також забрудненням стін та стель. Тому необхідно регулярно очищати стекла, та робити побілку стін і стель.

Штучне освітлення призначене для освітлення робочих поверхонь у темний час доби або недостатності природного освітлення. Створюється воно штучними джерелами світла (лампами), і поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Раціональне штучне освітлення повинне забезпечувати нормальні умови для роботи при допустимій витраті коштів, матеріалів та електроенергії. Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях встановлюється залежно від характеристики візуальної роботи та регламентується будівельними нормами та правилами (ДБН В.2.5-28-2018).

Освітлення, передбачене на ділянці збирання озонаторів, штучне (загальне). Використовувані для освітлення газорозрядні лампи (денного світла – ЛД: температура нагріву 30 – 60 °С; світлова віддача – 40 – 100 лм / Вт) розміщуються у верхній зоні приміщення (на висоті 3 м над підлогою).

Норми штучного освітлення, передбачені на ділянці складання систем керування пристроїв (витяг із ДБН В.2.5-28-2018) наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Норми штучного освітлення на ділянці збирання озонаторів

Характеристика візуальної роботи	Найменший розмір об'єкта відмінності, мм	Розряд візуальної роботи	Освітленість, лк. (При загальному освітленні)
Висока точність	0,3 – 0,5	3	200 – 500

4.2.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Заходи щодо пожежної безпеки спрямовані на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її поширення, створення умов для успішного гасіння пожежі [10, 11].

У приміщеннях є у великій кількості папір, пластмаси, спирт розчинники та інші горючі матеріали. Дані приміщення згідно зі ДБН В.2.2-27:2025 (Промислові будівлі) відносяться до категорії В пожежонебезпечності.

Для відведення від устаткування надлишкової теплоти служать системи вентиляції та кондиціювання повітря.

Для запобігання утворенню пального середовища передбачаються такі заходи:

- використання спеціальних меблів для робочого місця, статевих покриттів із негорючих матеріалів;

- складування легкозаймистих документів, які не потрібні в даний момент, а також спиртовмісних рідин в окреме пожежоізольоване приміщення.

На випадок виникнення пожежі передбачається наявність у приміщеннях вогнегасників. Як засіб гасіння пожежі не може застосовуватися вода, піна або порошок. Оптимальним є вибір вуглекислотного вогнегасника ОУ 5 у кількості 5 шт.

Передбачається встановлення у приміщенні автоматичного сповіщувача автоматичної пожежної сигналізації (АПС). Враховуючи високу вартість обладнання, наявність розгалужених систем кондиціювання та вентиляції

повітря, великої кількості прихованих комунікацій, а також специфіку займання (загоряння) приладів, вибрано димовий сповіщувач.

4.2.4 Блискавкозахист

Блискавкозахист – це комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, обладнання та матеріалів від вибухів, загорянь та руйнувань, що здійснюються відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008 (Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд). Існують три категорії пристроїв блискавкозахисту [11]. Пристрої блискавкозахисту на ділянці зборки портативних озонаторів відносяться до другої категорії, яка передбачає захист будівель та споруд від прямих ударів блискавки, від електростатичної та електромагнітної індукції та занесення високих потенціалів через наземні та підземні металеві конструкції та комунікації. При другій категорії блискавкозахисту крім окремо встановлених або встановлених на будинках ізольованих блискавковідводів допускається використовувати блискавкоприймальну сітку, що накладається на покрівлю. Для цієї категорії імпульсний опір кожного заземлювача захисту від прямих ударів блискавки не може перевищувати 10 Ом, а зовнішніх установок – 50 Ом, Для захисту від електростатичної індукції спеціального заземлення не роблять, а використовують систему захисного заземлення електроустановок.

4.2.5 Евакуація людей

Для того, щоб запобігти впливу на людей небезпечних факторів пожежі, необхідно при проектуванні будівель забезпечити можливість людям швидко покинути будівлю.

Необхідний час евакуації людей з ділянці збирання, в залежності від категорії виробництва щодо пожежної небезпеки та обсягу приміщення, наведено у таблиці 6.4 [11]

Таблиця 4.4 – Необхідний час евакуації залежно від об'єму приміщення

Категорії будівель	Необхідний час евакуації, хв, залежно від об'єму приміщення, тис. м3				
	до 15	30	40	50	60 і більше
А, Б	0,5	0,75	1,0	1,5	1,75
В	1,25	2,0	2,0	2,5	3,0
Г,Д	Не обмежується				

Влаштування шляхів евакуації має забезпечувати можливість усім людям залишити будівлю через евакуаційні виходи за так званий розрахунковий час евакуації $t_р$, який не повинен перевищувати необхідний час евакуації $t_{нб}$. Вимоги до влаштування шляхів евакуації та евакуаційних виходів з виробничих будівель та приміщень містяться у ДБН В.1.1-7:2016 (Пожежна безпека об’єктів будівництва). Загальні вимоги. Кількість евакуаційних виходів із будівель, приміщень має бути не менше двох. Вони розташовуються зосереджено. Ліфти та інші механічні засоби транспортування людей не належать до шляхів евакуації.

4.3 Розрахунок заземлювального пристрою електротехнічного обладнання

Відповідно до ПУЕ 2017 [13], опір заземлення пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

Вихідні дані:

- кліматична зона - 3;
- питомий опір ґрунту, глина, ρ – 70 Ом м;
- нормований опір заземлювального пристрою, $R_З$ – 4 Ом;
- довжина вертикального електрода, $L_В$ – 3,0 м;
- діаметр вертикального електрода, $D_В$ – 25 мм;
- горизонтальний електрод - смугова сталь – 40 × 4 мм;

- відстань між вертикальними електродами, L – 3,0 м;

- розташування вершини вертикального електрода – нижче рівня землі 0,5…0,8 м;

- розташування вертикальних електродів – по контуру.

Вертикальні електроди з'єднуються за допомогою горизонтальної сталевої смугова. З'єднання вертикальних і горизонтальних електродів виконується зварюванням.

З урахуванням підвищувальних коефіцієнтів, для третьої кліматичної зони, розрахунковий питомий опір ґрунту [14]:

- для горизонтальних електродів:

$$\Psi_{\text{ГОР}} = 2 \cdot \Psi = 2 \cdot 70 = 140 \text{ Ом} \quad (4.1)$$

- для вертикальних електродів:

$$\Psi_{\text{ВЕР}} = 1{,}4 \cdot \Psi = 1{,}4 \cdot 70 = 98 \text{ Ом} \quad (4.2)$$

Опір розтікання струму одного вертикального електрода:

$$R_{\text{В}} = \frac{\Psi_{\text{ВЕР}}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\text{В}}} \cdot \left[\frac{2 \cdot L_{\text{В}}}{D_{\text{В}}} + \frac{1}{2} ln \frac{4 \cdot t + L_{\text{В}}}{4 \cdot t - L_{\text{В}}}\right] =$$

$$= \frac{98}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left[\frac{2 \cdot 3}{0{,}025} + \frac{1}{2} ln \frac{4 \cdot 2{,}2 - 3}{4 \cdot 2{,}2 - 3}\right] = 30{,}34 \text{ Ом} \quad (4.3)$$

де: t – рівень розташування центру вертикального електрода.

$$N = \frac{R_B}{K_B \cdot R_З} = \frac{30{,}34}{0{,}8 \cdot 4} = 9{,}48 \quad (4.4)$$

Для подальших розрахунків приймаємо кількість вертикальних електродів $N_{ПР}$ = 9. Коефіцієнт використання горизонтального з'єднувального електрода, при розташуванні вертикальних електродів по контуру, $K_Г$ = 0,4. Опір розтікання струму горизонтального електрода (металевої смуги), яка приварена до верхніх кінців вертикальних електродів [14]:

$$R_Г = \frac{\Psi_{ГОР}}{2 \cdot \pi \cdot L_Г \cdot K_Г} \cdot ln\frac{2 \cdot L_Г}{b \cdot T} = \frac{140}{2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 0{,}4} \cdot ln\frac{2 \cdot 3}{0{,}04 \cdot 0{,}72} = 99{,}6 \text{ Ом} \quad (4.5)$$

де: b – ширина горизонтального електроду;

T – рівень розташування центру горизонтального електроду.

Проводимо уточнення опору розтікання струму вертикальних електродів, з урахуванням опору горизонтального електрода:

$$R_{ВГ} = \frac{R_Г \cdot R_З}{R_Г + R_З} = \frac{99{,}6 \cdot 4}{99{,}6 + 4} = 3{,}84 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

Проводимо уточнення кількості вертикальних електродів, при уточненому коефіцієнті використання $K_{ВГ}$ = 0,66

$$n = \frac{R_B}{K_{ВГ} \cdot R_{ВГ}} = \frac{30{,}34}{0{,}66 \cdot 3{,}84} = 11{,}8 \; шт. \quad (4.7)$$

Остаточно, як заземлювальний пристрій приймаємо конструкцію, що складається з 12 вертикальних електродів довжиною 3,0 метра, діаметром 25 мм, розташованих по контуру, на відстані 3 м один від одного, з'єднаних металевою смугою 40 × 4 мм, загальною довжиною 36,0 м.

4.3.1 Рекомендації з монтажу заземлення

1. Опір заземлення згідно з вимогами ПУЕ 2017, в будь-який час року, має бути не більше 4 Ом [13].

2. По закінченню монтажу зробити вимір дійсного опору розтікання струму заземлювального пристрою. При необхідності збільшити кількість вертикальних і довжину горизонтальної електродів.

3. Роботи по установці елементів заземлювального пристрою виконати відповідно до креслення.

4. Вертикальний електрод – сталевий прут l = 3,0 м, d = 25 мм, кількість – 12 шт.

5. Горизонтальний електрод – сталева смуга 40 × 4 мм, l = 36 м.

6. Перед забиванням в землю один кінець вертикального електрода зрізати під клин (кут 60 градусів).

7. Відстань між вертикальними електродами – 3 м.

8. Глибина залягання горизонтального заземлювача – 0,7 м нижче рівня землі.

9. Всі з'єднання елементів заземлювального пристрою виконати зварюванням внахлест.

10. Всі місця зварювальних з'єднань покрити бітумною мастикою в два шари.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПОРТАТИВНОГО ОЗОНАТОРА З ЖИВЛЕННЯМ ВІД БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ

Одним з основних показників, за допомогою якого оцінюється економічна ефективність нової техніки, є величина капітальних вкладень [15].

До таких капітальних вкладень відносяться витрати на науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи, включаючи випробування і доопрацювання дослідних зразків.

Для визначення вартості конструкторської підготовки виробництва складається кошторис витрат з моменту отримання завдання до виготовлення і заводських випробувань дослідного зразка включно і коректування документації за наслідками цих подій.

5.1 Суми витрат по статтям кошторису

Зарплата розробників по етапам розраховується, виходячи з кількості технічної документації (схем, креслень, текстової документації), що розробляється, з використанням нормативів базового підприємства на розробку різних видів документації. Зарплата виконавців по кожному етапу є сумою добутків тривалості етапів в днях на денну ставку виконавця (по всім виконавцям).

Тривалість етапу визначаємося як добуток кількості листів розробленої документації на відповідну норму часу в нормо-годинах на розробку, поділене на число прийнятих розробників і середню тривалість робочого дня (8,0 годин) [16]. Денна ставка виконавця визначається відношенням місячного окладу до середнього числа робочих днів в місяці (22 дні).

В таблиці 5.1 приведений розрахунок заробітної плати розробників технічної документації портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля.

Таблиця 5.1 – Розрахунок зарплати розробників технічної документації

№	Найменування етапу розробки	Одиниця	К-ть креслень	Норматив часу на одиницю нормо-годин	Трудомісткість етапу люд-годин	Число виконавців	Тривалість етапу, днів	Денна ставка виконавців	Зарплата за етап, грн.
1	Схема структурна	схема ф.А1	1	8	8	1	1	600,00	600,00
2	Схема електрична принципова	схема ф.А1	1	24	24	1	3	600,00	1800,00
3	Складальне креслення	ф.А1	2	16	16	1	3	600,00	1800,00
4	Креслення друкованої плати	ф.А1	3	24	24	1	4	600,00	2400,00
5	Специфікація	ф.А4	4	2	8	1	1	600,00	600,00
6	Розрахунки	ф.А4	10	8	80	1	10	600,00	6000,00
7	Моделювання	ф.А4	3	5	15	1	2	600,00	1200,00
8	Записка пояснення	ф.А4	80	1	80	1	5	600,00	3000,00
	Разом:						29		17400,00

Зарплата на виготовлення і випробування дослідного зразка по всім етапам визначається таким чином: дослідний зразок виготовляється і випробовується в лабораторії; тривалість цих робіт узяті з досвіду базового підприємства, а потім розраховані аналогічно розрахунку заробітної плати на розробку технічної документації див. табл. 5.1.

При визначенні зарплати на виготовлення дослідного зразка трудомісткість по видам робіт збільшена на сто і більше процентів проти

трудомісткості серійного виробу і підвищені розряди роботи на один з урахуванням ручних робіт в дослідному виробництві.

Таблиця 5.2 – Зарплата на виготовлення дослідного зразка

№	Вид робіт	Середній розряд робіт	Трудомісткість, год.	Тарифна ставка, грн/год	Зарплата, грн
1	Складальні	5	10	70,00	700,00
2	Монтажні	6	10	80,00	800,00
3	Регулювальні	6	5	80,00	400,00
Разом:					1900,00

Зарплата виконавців на коректування документації визначається з трудомісткості розробки відповідних документів: коректування складає 15% цій трудомісткості.

Накладні витрати беруться у розмірі 40…120% сумарної зарплати розробників з урахуванням виготовлення і випробування дослідного зразка і коректування документації за наслідками випробувань.

Матеріальні витрати на зразок складаються з вартості матеріалів (табл. 5.3) і комплектуючих виробів (табл. 5.4) на проектовану апаратуру. При цьому, виходячи з обліку втрат, вартість матеріалів та комплектуючих збільшена на 30%

Таблиця 5.3 – Вартість матеріалів

№	Найменування	Одиниця виміру	К-ть на виріб	Ціна за одиницю	Сума, грн
1	2	3	4	5	6
1	Склотекстоліт FR4	$м^2$	0,045	2000,00	90,00
2	Лак	л	0,010	500,00	5,00

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6
3	ПОС-61	кг	0,030	250,00	7,50
4	Флюс	л	0,040	150,00	6,00
Разом:					108,50

Таблиця 5.4 – Витрати на куповані комплектуючи вироби

№	Найменування	Кількість, шт.	Ціна одиниці, грн.	Сума, грн.
1	Корпус виробу	1	150	150
2	Вентилятор	1	100	100
3	Шнур двожильний	1,5 м	10,00	15,00
4	Провід ПВ-4 0.5mm^2	0,5 м	2,00	1,00
5	Резистор	16	0,20	3,20
6	Конденсатор	19	2,00	38,00
7	Перемикач	1	15,00	15,00
8	Діоди	6	4,00	24,00
9	Транзистор	2	30,00	60,00
10	Мікросхема LM555	1	20,00	20,00
11	Мікросхема LM3488	1	50,00	50,00
12	Дросель	1	3,00	3,00
13	Трансформатор	1	150,00	150,00
14	Клемник	1	3,00	3,00
15	Світлодіод	2	1,50	3,00
16	Штекер GT1-2110A	1	7,00	7,00
19	Запобіжник		1,50	1,50
Разом:				643,70

Собівартість дослідного зразка визначається за формою таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Калькуляція собівартості дослідного зразка

№	Стаття витрат	Витрати на проектований виріб, грн.
1	Матеріали	108,50
2	Куповані комплектуючи вироби	643,70
3	Транспортні витрати (5% (п.1+п.2))	37,61
4	Заробітна платня виробничих робочих	1900,00
5	Додаткова заробітна плата (10%п.4)	190,00
6	Нарахування на зарплату (37%(п.4+п.5))	773,30
7	Накладні витрати (120% п.4)	2280,00
Всього собівартість:		5933,11

В таблиці 5.6 приведено розрахунок кошторису витрат на конструкторську підготовку виробництва.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на конструкторську підготовку виробництва

№	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Зарплата розробників по всім етапам розробки	17400,00
2	Зарплата на коректування технічної документації за наслідками випробувань дослідного зразка (15% п.1)	2610,00
3	Разом:	20010,00
4	Нарахування на зарплату (37% п.3)	7403,70
5	Накладні витрати (120% п.3)	24012,00
6	Собівартість дослідного зразка (п.3 + п.4 + п.5)	51425,70
7	Інші витрати (5% п.6)	2571,30
Всього вартість розробки:		53997,00

В таблиці 5.7 приведено розрахунок заробітної плати робочих в разі

серійного виготовлення виробу.

Таблиця 5.7 – Зарплата робочих за виготовлення серійного виробу

№	Вид робіт	Середній розряд робіт	Трудомісткість нормо - год	Тарифна ставка, грн/год	Зарплата, грн
1	Складальні	4	1	70,00	70,00
2	Монтажні	5	2	75,00	150,00
3	Регулювальні	5	1	75,00	75,00
	Разом:				300,00

Розрахунок планованої собівартості одиниці продукції проводиться на основі калькуляційних статей, враховуючи що комплектуючі та матеріали знижені на 30% по відношенню до таблиць 5.3 та 5.4, зведених в таблицю 5.8:

Таблиця 5.8 – Калькуляція собівартості і ціни одиниці виробу

№	Стаття витрат	Витрати на виріб, грн
1	2	3
1	Матеріали	108,50
2	Куповані комплектуючи вироби	643,70
3	Транспортні витрати (5% п.1+п.2)	37,61
4	Основна заробітна плата виробничих робочих (табл. 5.7)	300,00
5	Додаткова заробітна плата (10% п.4)	30,00
6	Нарахування на зарплату (37% (п.4+п.5))	122,10
7	Загальновиробничі витрати (110% п.4)	330,00
8	Разом собівартість	1571,91

Продовження таблиці 5.8

1	2	3
9	Прибуток (30% п.8)	471,57
Ціна виробника:		2043,48

5.2 Розрахунок терміну окупності розробки

Річний економічний ефект від впровадження нових виробів розраховується по формулі [17]:

$$\mathrm{E}_P = (\mathrm{П} - \mathrm{E}_\mathrm{H} \cdot \mathrm{K}_V) \cdot A_P \,, \qquad (5.1)$$

де: П – прибуток на одиницю продукції (з табл. 5.8 П = 471,57);

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_H=0,15);

K_V – питомі капіталовкладення на одиницю річного об'єму продукції;

A_P – річний об'єм випуску продукції при серійному виробництві.

Визначаємо питомі капіталовкладення на одиницю річного об'єму продукції:

$$\mathrm{K_V} = \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{A_P}} \,, \qquad (5.2)$$

де: К – капіталовкладення в розробку виробу (з табл. 5.6 К=53997,00).

Враховуючи, що річний об’єм випуску продукції при серійному виробництві складає A_P = 120 шт. / рік:

$$\mathrm{K_V} = \frac{53997{,}00}{120} = 449{,}98$$

Тоді передбачуваний річний економічний ефект:

$$\text{Е}_\text{Р} = (471{,}57 - 0{,}15 \cdot 449{,}98) \cdot 120 = 48488{,}76 \text{ грн.}$$

Ефективність розробки визначається згідно:

$$\text{Е} = \frac{\text{Е}_\text{Р}}{\text{К}} \tag{5.3}$$

$$\text{Е} = \frac{48488{,}76}{53997{,}00} = 0{,}898$$

Термін окупності продукції рівний зворотній величині ефективності:

$$\text{Т} = \frac{1}{\text{Е}} \tag{5.4}$$

$$\text{Т} = \frac{1}{2{,}2} = 1{,}114 \text{ роки}$$

В таблиці 5.9 приводяться загальні економічні показники розробленого портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля.

Таблиця 5.9 – Економічні показники

№	Показники	Один. виміру	По проектованому виробу
1	2	3	4
1	Витрати на КПП	грн.	53997,00
2	Собівартість розробки	грн.	1571,91

Продовження таблиці 5.9

1	2	3	4
3	Ціна підприємства	грн.	2043,48
4	Річний обсяг випуску	шт.	120
5	Річний економічний ефект	грн.	48488,76
6	Ефективність розробки		0,898
7	Термін окупності додаткових капітальних вкладень	років	1,114

Економічні розрахунки підтвердили доцільність розробки портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля.

ВИСНОВКИ

Під час розробки дипломного проекту було проведено аналіз ринку автомобільних портативних озонаторів повітря. Виконано огляд вимог, що пред'являються до портативних озонаторів, які живляться від бортової мережи автотранспортних засобів.

Розроблено функціональну та електричну принципову електричні схеми портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля. Штатне електроживлення виробу здійснюється постійної нестабілізованої напругою 12 ± 2,4 В. Потужність, яку споживає портативний озонатор, при номінальному значенні напруги живлення – 12,0 В, не перевищує 6,0 Вт.

Електроживлення розробленого озонатора може здійснюватися від джерел живлення, через мережеві адаптери з вихідною напругою, що знаходяться у діапазоні від 9,0 В до 32 В і вихідною потужністю більше 6,0 Вт.

Охолодження виробу – повітряне примусове. Озон синтезується у високовольтному високочастотному бар'єрному електричному розряді з кисню атмосферного повітря. Повітря примусово продувається через генератор озону за допомогою осьового високооборотного вентилятора. Ймовірна продуктивність побутового озонатора по озону становить 0,5 г / год. Виконані розрахунки елементів основних функціональних вузлів виробу.

Виконано моделювання електромагнітних процесів в схемі імпульсного перетворювача постійної напруги третього роду типу SEPIC в режимах переривчастого та безперервного вхідних струмів.

Описано заходи щодо охорони праці та техногенної безпеки на виробничій ділянці, де планується організація виробництва розроблених портативних озонаторів. Виконано розрахунок заземлювального пристрою.

Надано економічний розрахунок вартості виготовлення портативного озонатора з живленням від бортової мережі автомобіля. Економічні розрахунки підтвердили доцільність виготовлення проектованого виробу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Автомобільні озонатори : веб-сайт. URL: https://pro1000avto.com/top-avtomobilnyh-ochistiteley-vozduha-ozonatory-i-ionizatory/ (дата звернення: 20.05.2026).

2. Автомобільний озонатор AUTO Triton : веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/272959233/p272959233/ (дата звернення: 20.05.2026).

3. Озонатор очищувач повітря Passat-101 : веб-сайт. URL: https://techno-med.com.ua/ua/ozonator-ochistitel-vozduha-passat-101.html/ (дата звернення: 20.05.2026).

4. Автомобільний озонатор Ion Dobra Portable : веб-сайт. URL: https://auto.rozetka.com.ua/ua/avtomobilnie-ochistiteli-vozduha/c4654566/ (дата звернення: 20.05.2026).

5. Автомобільний озонатор G.I. KRAFT : веб-сайт. URL: https://auto.rozetka.com.ua/ua/412618311/p412618311/ (дата звернення: 20.05.2026).

6. Воробйов Є., Туришев К.О. Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. XIX університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2026» Запоріжжя: ЗНУ, 2026. Т. 5 С. (у друці).

7. Феритові сердечники : веб-сайт. URL: https://www.epcos.com/ (дата звернення: 07.05.2026).

8. Світлодіод GNL-1880UBC-TL : веб-сайт. URL: https://zepg.com.ua/ru/svetodiod-gnl-1880ubc-tl-1082/ (дата звернення: 07.05.2026).

9. Інтегральна мікросхема LM555 : веб-сайт. URL: https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/8979/NSC/LM555.html/ (дата звернення: 07.05.2026).

10. С.С. Козлов. Методичні вказівки до виконання розділу – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломних проектах для

підготовки студентів факультету електроніки за освітньо-кваліфікаційним рівнем – спеціаліст та магістр. – охорона праці при виготовленні та експлуатації радіоелектронної апаратури /- К.: НТУУ КПІ, 2013, - 44 с.

11. І.М. Івах, Я.І. Бедрій Б.О. Білінський, М.М. Козяр Основи охорони праці. Навчальний посібник 4-те видан. Перераб. і доповн.-К.: Кондор, -2010, -464с.

12. Теорія з розрахунку захисного заземлення. http: // www.mastercity.ua/vforum/attachment.php?s=d0aeaac68c0fd511e7430d2a5b22a6dd&attachmentid=13256&d=1166795840

13. ПУЕ-2017 - Правила улаштування електроустановок

14. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ДНАОП 0.00-1.21-98). Україна, 1988.

15. Попова В.Д. Методичні вказівки до виконання економічної й організаційної частини дипломної роботи – Запоріжжя, 2005,-36с.

16. Пляскін И.И. Методичні вказівки до виконання курсової роботи "Організація та планування конструкторської підготовки виробництва нових виробів ".-Запоріжжя: ЗІІ, -1989.

17. Підсумкова атестація здобувачів вищої освіти першого рівня «бакалавр». Методичні рекомендації до виконання дипломних проектів з напрямку підготовки 171 «Електроніка»/ Укл.: С.Л. Шмалій, О.Г. Алєксєєв – Запоріжжя: 2017. –25с.

Додаток А

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				Документація		
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Е1	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Схема електрична структурна		
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Е2	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Схема електрична функціональна		
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Е3	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Схема електрична принципова		
А4			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ПЕ3	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Перелік елементів		
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Д1	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Результати моделювання		
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.Д2	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля. Заземлювальний пристрій		

Перед. застосув. | Довід. № | Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № подл.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Воробйов		10.06.26
Перевір.		Туришев		10.06.26
Н.контр.		Туришев		10.06.26
Затверд.		Критська		

ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00

Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	2

ІННІ ім Ю.М. Потебні ЗНУ 6.1713-с2

Копіював

Формат А4

продовження Додатку А

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
А1			ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ДЗ	Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля		
				Економічні показники		

Інв. № подл. | Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00	Арк. 2

Копіював Формат А4

Додаток Б

Зона	Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	C1, C2	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	2	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C3, C4	Конденсатор SK 220,0 мкФ 50 В Jamicon 1017	2	
	C5	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C6	Конденсатор R15 X7R 473 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 47 нФ±10%
	C7	Конденсатор R15 X7R 223 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 22 нФ±10%
	C8	Конденсатор SBB81 0,1 мкФ ±5% 1000 кВ stcaps	1	0,1 мкФ 315 В
	C9	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C10	Конденсатор SK 100,0 мкФ 35 В Jamicon 0612	1	
	C11	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C12	Конденсатор SK 47,0 мкФ 35 В Jamicon 0612	1	
	C13	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C14	Конденсатор R15 X7R 242 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 2,4 нФ±10%
	C15	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C16	Конденсатор SK 47,0 мкФ 35 В Jamicon 0612	1	
	C17	Конденсатор R15 X7R 104 ±10% 50 H 5 muRata	1	К10-17Б 0,1 мкФ±10%
	C18	Конденсатор SK 100,0 мкФ 35 В Jamicon 0612	1	
	C19	Конденсатор SBB81 1,0 нФ ±5% 1600 кВ stcaps	1	1,0 нФ 1 кВ
	DA1	Мікросхема LM3488 Texas Instruments	1	
	DA2	Мікросхема LM555 National Semiconductor	1	
	EG1	Генератор озону ГО-1 ПП "НВКФ "ЕКОТЕХ"	1	
	FU1	Запобіжник (вставка плавка) H 520 0,75A 250V muRata	1	
	L1, L2	Дросель RLB0914-680K Bourns	2	
	M1	Вентилятор JF 04 10 S 1 M JAMICON	1	

Перв. застосув. | Довід. № | Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № подл.

ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ПЕ3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Воробйов		10.06.26
Перевір.		Туришев		10.06.26
Н.контр.		Туришев		10.06.26
Затверд.		Критська		

Портативний озонатор з живленням від бортової мережі автомобіля
Перелік елементів

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	3

ІННІ ім Ю.М. Потебні ЗНУ
6.1713-с2

Копіював

Формат А4

продовження Додатку Б

Зона	Поз. позна-чення	Найменування	Кіл.	Примітка
	R1	Резистор R-1206 1% 4,7 кОм muRata	1	
	R2	Резистор R-1206 1% 39 кОм muRata	1	
	R3	Резистор R-1206 1% 10 кОм muRata	1	
	R4	Резистор R-1206 1% 120 Ом muRata	1	
	R5	Резистор R-1206 1% 300 Ом muRata	1	
	R6	Резистор R-1206 1% 1,0 кОм muRata	1	
	R7	Резистор прецизійний VCS 2516 0,5% 0,2 Ом VISHAY	1	
	R8	Резистор R-1206 1% 30 кОм muRata	1	
	R9	Резистор R-1206 1% 300 Ом muRata	1	
	R10	Резистор R-1206 1% 2,2 кОм muRata	1	
	R11	Резистор переменный 3321 2,0 кОм ± 10% muRata	1	
	R12	Резистор переменный 3321 2,0 кОм ± 10% muRata	1	
	R13	Резистор R-1206 1% 1,8 кОм muRata	1	
	R14	Резистор R-1206 1% 30 кОм muRata	1	
	R15	Резистор R-1206 1% 30 кОм muRata	1	
	R16	Резистор 4,91-0 1% 100 Ом muRata	1	
	SA1	Сетевой переключатель B100G Bourns	1	R9-12 Switronic
	T1	Трансформатор THO-1-036-020-ET ПП "НВКФ "EKOTEX"	1	
	VD1	Захисний діод (супресор) SA14 Taiwan Semiconductor	1	
	VD2	Диод SF25 Taiwan Semiconductor	1	
	VD3, VD4	Світодіод GNL-1880 UBC G-NOR Optoelectronics	2	
	VD5, VD6	Диод LL4148 MIC	2	
	VD7	Диод SF28 Taiwan Semiconductor	1	
	VD8	Диод SF18 Taiwan Semiconductor	1	
	VT1	Транзистор IRF1310N International Rectifier	1	
	VT2	Транзистор IRFB11N50A International Rectifier	1	

Інв. № подл. | Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата

Зм. Арк. № докум. Підп. Дата

ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ПЕЗ

Арк. 2

Копіював Формат А4

продовження Додатку Б

Зона	Поз. позна-чення	Найменування	Кіл.	Примітка
	X1	Штекер живлення 2,1*5,5 на кабель GT1-2110A Global Tone	1	
	X2	Клемник DG350-02P 3,5 Degson		
	XP1	Вилка на плату прямая PLS-2 AMP	1	
	XP2..XP3	Вилка на плату прямая PLS-1 AMP	2	

Інв. № подл. | Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата

Зм. Арк. № докум. Підп. Дата

ЕІСПЗ ДП.23657.00.00.00.00.ПЕЗ

Арк. 3

Копіював Формат А4