

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

**Кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем**

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

**перший (бакалаврський)**

(рівень вищої освіти)

на тему: Розробка циклічного таймеру для іонізатору повітря

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи 6.1539-с

спеціальності 153 Мікро- та наносистемна

техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми 153 Мікро- та наносистемна

техніка

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри МБЕІС, доцент, к.т.н.,

Небеснюк О.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Терещенко М.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2022

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

Кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка  
(назва)

Освітня програма 153 Мікро- та наносистемна техніка  
(шифр)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Т.В.Критська

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВУЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Терещенко Миколі Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Розробка циклічного таймеру для іонізатору повітря

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра доцент, к.т.н., Небеснюк О.Ю.  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 17” січня 2022 року № 91-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи бакалавра 01 червня 2022 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра: циклічний таймер для іонізатора повітря: лічильника К176 ІЕ5; напруга живлення 220 В, габаритні розміри плати: 1300 : 1800 мм; простота заміни елементів; відсутність кварцового генератора.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Час. Способи виміру часу. Іонізація та іонізатори. Розробка циклічного таймеру для іонізатора повітря на основі лічильника часу К 176 ІЕ5. Охорона праці та техногенна безпека.

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

А-1. Л1 Структурна схема циклічного таймеру для іонізатору повітря.

Л2 Схема електрична принципова циклічного таймеру для іонізатору повітря.

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
I	Небеснюк О.Ю., доцент каф. МЕЕІС	
II	Небеснюк О.Ю., доцент каф. МЕЕІС	
III	Небеснюк О.Ю., доцент каф. МЕЕІС	

7. Дата видачі завдання 07.09.2021

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Примітка
1	Підбір літератури за темою дипломної роботи. Складання плану роботи.	13.09.2021- 25.10.2021	
2.	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи.	01.11.2021- 25.12.2021	
3.	Розробка схеми електричної принципової таймеру.	10.01.2022- 25.01.2022	
4.	Розробка топології друкованої плати.	01.02.2022- 18.02.2022	
5.	Написання та оформлення другого розділу.	21.02.2022- 04.04.2022	
6.	Написання та оформлення третього розділу.	11.04.2022- 10.05.2022	
7.	Оформлення пояснювальної записки.	16.05.2022- 27.05.200	
8.	Оформлення графічної частини дипломної роботи.	30.05.2022- 01.06.2022	

Студент \_\_\_\_\_ М.М. Терещенко \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи (проекту) \_\_\_\_\_ О.Ю. Небеснюк \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Л.Л. Верьовкін \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 75 сторінки, 50 рисунків, 11 таблиць, 15 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – циклічний таймер для іонізатора повітря.

Мета роботи – розробка циклічний таймер для іонізатора повітря на основі лічильника K176 IE5.

Задачі роботи – розробити схему електричну принципову, топологію друкованої плати та 3D модель циклічного таймеру для іонізатора повітря.

Методика досліджень – моделювання приладу в програмному забезпеченні Easy EDA.

Короткий виклад результатів досліджень – розроблено циклічний таймер для іонізатора повітря, який забезпечує надійний контроль за часом іонізації повітря і його блок живлення від джерела 220 В.

Прогнозні пропозиції – рекомендується для іонізаторів в медичних установах та домашнього користування.

**ЧАС, ТАЙМЕР, ЛІЧИЛЬНИК, ЦИКЛІЧНИЙ ТАЙМЕР, K176 IE5,  
ІОНІЗАТОР, ІОНІЗАЦІЯ, ПЛАТА, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА**

Дипломну роботу виконано на кафедрі мікроелектронних та електронних інформаційних систем в період з 16.09.21 р. по 11.05.22 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. ЧАС, СПОСОБИ ВИМІРУ ЧАСУ. ІОНІЗАЦІЯ ТА ІОНІЗАТОРИ ...	7
_1.1 Поняття часу .....	7
_1.2 Способи виміру часу .....	9
_1.3 Іонізація повітря .....	15
_1.4 Класифікація іонізаторів повітря .....	16
_1.5 Вплив іонізованого повітря на людину .....	22
2 РОЗРОБКА ЦИКЛІЧНОГО ТАЙМЕРУ ДЛЯ ІОНІЗАТОРА ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ ЛІЧИЛЬНИКА ЧАСУ K176IE5.....	27
_2.1 Таймери їх різновиди та використання .....	27
_2.2 Принципи побудови таймерів .....	31
_2.3 Цифрові лічильники .....	35
_2.3.1 Двійковий асинхронний підсумовуючий лічильник з послідовним перенесенням .....	36
_2.3.2 Двійкові лічильники з паралельним перенесенням .....	39
_2.4 Розробка структурної схема циклічного таймера .....	45
_2.4.1 Блок живлення .....	45
_2.4.2 Блок рахунку .....	46
_2.4.3 Блок збереження стану іонізатора повітря .....	54
_2.4.4 Блок перемикання іонізатора повітря .....	58
_2.5 Розробка електричної принципової схеми циклічного таймера іонізатора повітря .....	62
_2.6 Розташування елементів на друкованій платі .....	63
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА .....	66
_3.1 Основні вимоги .....	66
_3.2 Електробезпека .....	69
_3.2.1 Характеристика виробничого приміщення .....	69

___3.2.2 Забезпечення нормального повітряного середовища .....	70
___3.3 Захист від шуму та вібрації .....	71
___3.3.1 Захист від шуму .....	71
___3.3.2 Захист від вібрації.....	72
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	74
Додаток А.....	75

## ВСТУП

Під час поширення вірусу-COVID 19 стає гранично важливим якість повітря, яким ми дихаємо. Тому вчені пропонують використовувати іонізацію як один із засобів контролю поширення захворюваності.

Останні дослідження показали [1], що новий коронавірус може залишатися в повітрі довше, ніж передбачалося, — до 3 годин і поширюватися на великі дистанції.

Іонізація - це фізичний процес відриву електрона від молекул або атомів газів, в результаті чого з однієї нейтральної молекули утворюються дві з різним зарядом: негативна, що отримала «бонусний» електрон, і позитивна, яка його втратила.

Біполярна іонізація багато років використовується з метою турботи про здоров'я. Іони здатні викликати хімічну реакцію в клітинній мембрані, що призводить до того, що віруси стають неактивними. Деякі публічні місця, такі як аеропорти і лікарні, вже використовують подібні спеціальні системи. В умовах пандемії особливо важливо зробити опцію іонізації доступною для всіх, навіть у домашніх умовах і в устаткуванні невеликого розміру. Тому питання розробки та модернізації іонізаторів повітря є достатньо актуальним.

Але при підвищенні концентрації аероіонів в повітрі вище 50000 на 1 см<sup>3</sup>, іонізація має негативний вплив. Такій як: підвищення ризику зараження вірусними захворюваннями, погіршення стану хворих при певних захворюваннях, підвищення ризику нападів астми та алергії.

Концентрація аероіонів регулюється за допомогою часу іонізації, тому є важливим питанням регулювання часу іонізації. Для цього використовується циклічний таймер, який і запропоновано розробити.

## 1. ЧАС, СПОСОБИ ВИМІРУ ЧАСУ. ІОНІЗАЦІЯ ТА ІОНІЗАТОРИ

### 1.1 Поняття часу

Час — одне з основних понять фізики і філософії, одна з координат простору-часу, вздовж якого протягнуті світові лінії фізичних (матеріальних) тіл.

Як фізичну величину час здебільшого позначають літерою  $t$ , проміжок часу — літерою  $\tau$ .

Основною одиницею вимірювання часу в фізиці є секунда. Еталон секунди визначається, як 9 192 631 770 періодів випромінювання атома цезію-133 при переході між двома рівнями основного стану, розщепленими в магнітному полі ядра, при сталій довжині хвилі, нульовій температурі й відсутності зовнішнього магнітного поля.

Крім секунди використовуються численні похідні одиниці: ера, епоха, тисячоліття, століття, індікт (15 років), десятиліття, рік, пора року, квартал, місяць, декада, доба, година, хвилина.

Як філософська категорія час, вочевидь, є невід'ємним атрибутом світу, він почався із народженням світу й зникне, коли світ добіжить кінця.

Як економічна категорія час є фактором, який суттєво впливає на використання економічного потенціалу підприємства та фінансовий результат управління.

У класичній фізиці час — неперервна величина, завжди апріорна характеристика світу, нічим не зумовлена. За основу для вимірювання береться якась послідовність подій, про які вважається достовірно відомим, що вони відбуваються через рівні інтервали часу, тобто періодично. На цьому



принципі й засновані годинники. Така сама роль часу й у квантовій механіці: попри квантування майже всіх величин, час залишається зовнішнім, неквантованим параметром. В обох випадках «швидкість плину часу» не може від чого-небудь залежати, тому є сталою.

У спеціальній теорії відносності ситуація кардинально змінюється. Час сприймається як частина єдиного простору-часу і, отже, не може не змінюватися у випадку його перетворень. Можна казати, що час стає четвертою координатою, щоправда, на відміну від просторових координат, вона має протилежну сигнатуру. «Швидкість плину часу» стає поняттям «суб'єктивним», залежним від системи відліку. Ситуація ускладнюється у загальній теорії відносності, де «швидкість плину часу» залежить також від близькості до гравітаційних тіл.

Фундаментальною властивістю часу є його однонаправленість. Час завжди протікає від минулого до майбутнього. Наслідком однорідності часу є закон збереження енергії.

У спеціальній теорії відносності проміжок часу між двома подіями залежить від системи відліку, тобто є відносним. Якщо для спостерігача в непорушній системі відліку дві події відбулися в одній точці простору через проміжок часу  $t_0$  то для спостерігача, який рухається зі швидкістю  $v$  відносно нерухомої системи відліку, ці події відбудуться через час:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

де  $c$  — швидкість світла.

Більшість сучасних учених вважають, що різниця між минулим і майбутнім є принциповою. Згідно з сучасним рівнем розвитку науки,

інформація переноситься з минулого в майбутнє, але не навпаки. Другий закон термодинаміки вказує також на накопичення в майбутньому ентропії.

Втім, деякі вчені думають трохи інакше. Стівен Гокінг у своїй книзі «Коротка історія часу: від Великого вибуху до чорних дір» оскаржує твердження, що для фізичних законів існує відмінність між напрямком «вперед» і «назад» у часі. Гокінг обґрунтовує це тим, що передача інформації можлива тільки в тому ж напрямку в часі, в якому зростає загальна ентропія Всесвіту. Таким чином, друге начало термодинаміки є тривіальним, оскільки ентропія зростає з часом, тому що ми вимірюємо час в тому напрямку, в якому росте ентропія.

Єдиність минулого вважається досить правдоподібною. Думки вчених щодо наявності або відсутності різних «альтернативних» варіантів майбутнього різні.

Також існує космологічний напрямок часу, де початок часу — Великий вибух, а плин часу залежить від розширення Всесвіту [2].

## 1.2 Способи виміру часу

Історія годинника має набагато глибше коріння, ніж заведено вважати сьогодні. Фахівці кажуть, що першими, хто став стежити за часом, були первісні люди, які якимось чином могли визначати, коли полювання або риболовля будуть найвдалішими. Можливо, вони спостерігали за квітами. Вважається, що їх щоденне розкриття вказує на певний час доби. Так, кульбаба розкривається орієнтовно о 4 годині ранку, а місячна квітка — тільки з настанням темряви.

Але основними інструментами, з допомогою яких людина могла визначити час до виникнення годинника, були сонце, зірки, вода, вогонь і пісок. Такі «годинники» заведено називати найпростішими.

Одними з перших, хто почав користуватися найпростішими годинниками, були стародавні єгиптяни. У 3500 роках до н.е. в Єгипті з'явилися сонячні годинники (рис. 1.1)— обеліски, чотиристоронні споруди, що звужуються догори. Тінь яка від них падала, давала змогу єгиптянам розділяти день на дві частини по 12 годин, у такий спосіб, люди могли точно знати, коли настав полудень.



Рисунок 1.1 – Сонячний годинник

Трохи пізніше на обелісках з'явилося маркування, яке давало змогу визначати не тільки час до й після полудня, а й інші проміжки дня.

Технології поступово розвивалися, і в 1500 роках до н.е. були винайдені більш зручні сонячні годинники. Вони поділяли день на 10 частин, а також на два «сутінкових» відрізка часу. Незручність такого винаходу полягала в тому, що його необхідно було щодня переставляти опівдні зі сходу на захід.

Перші сонячні годинники з кожним роком дедалі більше видозмінювалися, і вже в I ст. до н.е. знаменитий римський архітектор і механік Марк Вітрувій Полліон описав 13 різних видів сонячних годинників, які використовували повсюдно в Єгипті, Греції, Малій Азії, Італії, Римі та

Індії. До речі, сьогодні на майдані П'яцца-дель-Пополо, що розташований в Римі, кожен охочий може помилуватися на єгипетський обеліск, що зберігся до наших днів, який має висоту 36 м.

Крім сонячного годинника були також водяні, піскові та вогняні. Водяний годинник (рис. 1.2) являв собою посудину циліндричної або конусної форми, з якої крапля за краплею витікала вода. Вважалось, чим менше води залишалося, тим більше часу минуло. Такі годинники використовували в Єгипті, Вавилоні та Римі.

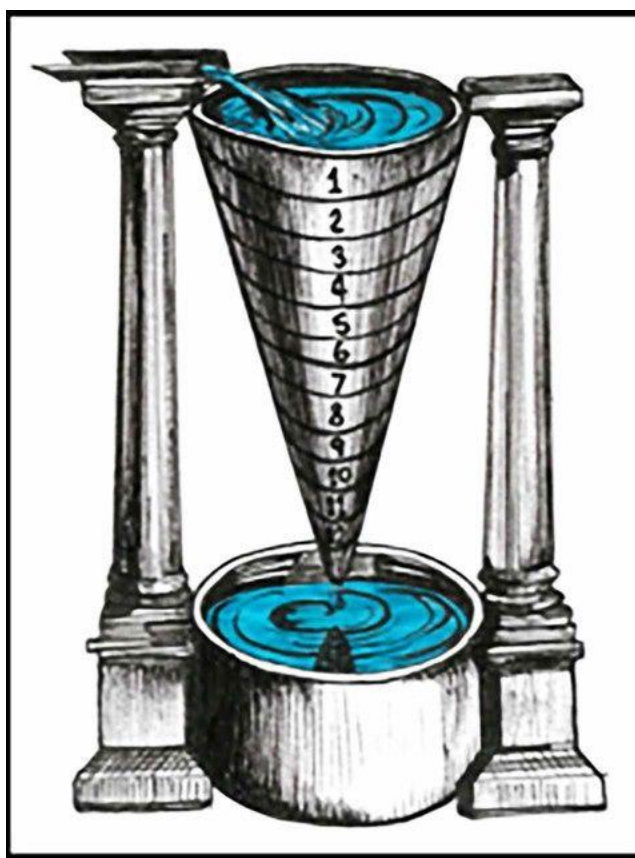


Рисунок 1.2 – Водяний годинник

Усім знайомі також і піскові годинники (рис. 1.3), з допомогою яких визначали час ще до нашої ери. У середні віки їх розроблення було вдосконалене, вони стали більш точними внаслідок використання в них

якісного піску — дрібного порошку чорного мармуру, а також піску зі свинцевого й цинкового пилу.



Рисунок 1.3 – Пісковий годинник

Колись час визначали й з допомогою вогню. Вогняні годинники були трьох видів: свічкові, гнотові та лампадні. У Китаї використовували їх особливий різновид (рис. 1.4), вони склалися з основи, зробленої з горючого матеріалу (подібного до спіралі або палички), і прикріплених до неї металевих кульок. Коли згорала якась частина основи, кульки падали, відбиваючи у такий спосіб час.

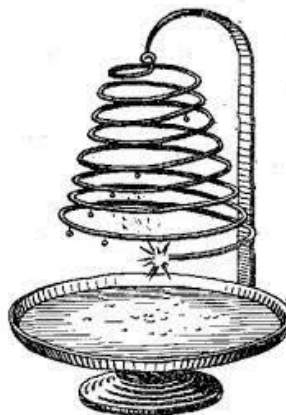


Рисунок 1.4 – Вогняний годинник

У Європі популярністю користувалися свічкові годинники (рис. 1.5), вони давали змогу визначати час за кількістю згорілого воску. До речі, цей різновид був особливо поширений в монастирях і церквах.



Рисунок 1.4 – Свічковий годинник

З розвитком виробництва й суспільних взаємин, потреба в більш точному вимірюванні часових відрізків неухильно зростала. Найкращі уми працювали над створенням механічного годинника (рис. 1.5), у Середні віки світ побачив перший їх зразок.



Рисунок 1.5 – Механічний годинник

Перший механічний годинник з анкерним механізмом виготовили в Китаї в 725 році н.е. Пізніше секрет їх виготовлення потрапив до арабів, а далі й до всіх інших.

Як ви пам'ятаєте, на першому механічному годиннику була лише одна стрілка — годинна. Хвилинна з'явилася набагато пізніше, в 1680 році, а у XVIII ст. почали встановлювати секундну, спочатку вона була бічною, а потім центральною.

Подальше вдосконалення приладів для вимірювання часу відбувалося лавиноподібно. Розвиток електроніки та радіотехніки посприяв появі кварцових годинників (рис. 1.6), які мають механізм, що складається з електронного блоку й так званого крокового електродвигуна. Цей двигун, отримуючи сигнал від електронного блоку, пересуває стрілки. Замість циферблата у кварцових годинниках може використовуватися цифровий дисплей. Також кварцові годинники мають багато цікавих доповнень, як-от секундомір, покажчик фаз Місяця, календар, будильник і багато іншого.



Рисунок 1.6 – Кварцовий годинник

На відміну від класичних механічних, кварцові моделі більш точно показують час. Їх похибка становить  $\pm 15$  секунд / місяць, тому коригувати їх показники досить двічі на рік.

Сьогодні більшість людей користується електронними годинниками (рис. 1.7), які затьмарили всі інші. Де ми тільки їх не бачимо: і на приладовій панелі автомобіля, і в мобільному телефоні, і в мікрохвильовці, і в телевізорі... Такі годинники приваблюють користувачів своєю компактністю і функціональністю. За типом дисплея вони бувають рідкокристалічними та світлодіодними, підживлюватися вони можуть як від мережі 220 Вольт, так і від батарейок [3].



Рисунок 1.7 – Електронний годинник

Як ми бачимо, необхідність виміру часу існувала на протязі всього періоду життя людства. З розвитком науки, з'являлась необхідність в більш точному виміру часу. І для задоволення цієї потреби, людство винаходило нові і нові прилади виміру часу, а також вдосконалювало існуючі.

### 1.3 Іонізація повітря

Іонізація - це фізичний процес відриву електрона від молекул або атомів газів, в результаті чого з однієї нейтральної молекули утворюються дві



з різним зарядом: негативна, що отримала «бонусний» електрон, і позитивна, яка його втратила.

Одним з перших винахідників прототипу сучасного іонізатора повітря вважається відомий радянський вчений Олександр Леонідович Чижевський, він займався цією темою багато років і розробив прилад ще в 1931 році.

У природі іонізація повітря відбувається природним шляхом, найбільш гостро вона відчувається в хвойних лісах, горах і на морі. Цей процес ініціюють розряди блискавок, космічні та ультрафіолетові випромінювання, висока швидкість дроблення води біля підніжжя водоспадів і ряд інших чинників. У квартирі схожого ефекту можна досягнути за допомогою іонізатора або іншої техніки з такою функцією.

У незабрудненій атмосфері містяться близько 1000 легких аероіонів на кубічний сантиметр. У деяких курортних районах концентрація може досягати 4000, а в містах з поганою екологією (через викиди підприємств, вихлопних газів і т. Д.) вміст, навпаки, падає в кілька разів [4].

#### 1.4 Класифікація іонізаторів повітря

За принципом роботи іонізатори повітря поділяють на:

- уніполярні
- біполярні

Однополюсні прилади названі так тому, що можуть виробляти іони тільки з одним зарядом - негативним. У таких моделей є нюанс: при їх роботі знак «мінус» набуває все навколо, так як заряджені частинки осідають на поверхнях. А значить, через деякий час всі предмети навколо, а разом з ними і людина, будуть відштовхувати нові іони з негативним зарядом, і вони не потраплять в дихальні шляхи.

Наскільки ця особливість є недоліком, судити важко, так як є рекомендації включати іонізацію на короткий час: не більше ніж на 15 хвилин в день. Причому людям бути присутнім в приміщенні з працюючим приладом заборонено.

Серед уніполюсних моделей можна знайти широке розмаїття приладів, що відрізняються принципом функціонування:

- ультрафіолетові,
- водяні,
- електростатичні,
- термічні,
- плазмові.

Моделі ультрафіолетового типу - це відомі майже всім кварцові лампи (рис. 1.8). Часто такі пристрої вибираються для дому та квартири, так як вони займають дуже мало місця і проявляють хорошу противірусну та антибактеріальну активність. Дана технологія застосовується також у медичних установах, так як дозволяє проводити дуже якісне знезараження. Також потрібно зауважити, що вплив УФ-лампи згубно і для різноманітних грибків, чим користуються на підприємствах громадського харчування.

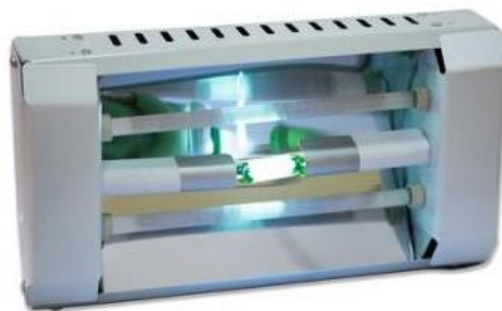


Рисунок 1.8 – Кварцова лампа

Гідроприсрої для генерації іонів (рис. 1.9) створюють негативно заряджену водяну суспензію, яка поширюється по приміщенню. Плюс таких

моделей полягає в збільшенні показника відносної вологості повітря, тому вони можуть замінити собою відразу два прилади: іонізатор і ультразвуковий зволожувач повітря.



Рисунок 1.9 – Іонізатор з зволоженням

Прилади з електродами утворюють аероіони з використанням коронного розряду, який запускає електростатичну емісію, «вибиваючи» електрони з провідника. Є два варіанти подібних моделей:

- стандартні - утворюють іони тільки поруч з електродами, часто мають автомобільні варіанти, так як саме в машині (рис. 1.10) їх використання буде найбільш ефективним;
- з повітродувами (інтегрованими або зовнішніми) (рис. 1.11) - поширюють заряджені частинки далі електродів і знаходять застосування в побутовому і промисловому секторі (в друкованих верстатах, наприклад).



Рисунок 1.10 – Іонізатор повітря для машини



Рисунок 1.11 – Іонізатор повітря з повітродувом

Агрегати термічного типу працюють з газом, який нагрівається. При цьому процесі частинки починають активно рухатися, стикатися один з одним і «вибивати» електрони з атома. Дані апарати не призначені для домашньої експлуатації.

Плазмові пристрої (рис. 1.12) забезпечують відмінну фільтрацію. Такі моделі не є самостійним обладнанням, а являють собою очищувачі повітря, оснащені спеціальними картриджами. Прилади створюють електричне поле, напруга якого прагне до показника в 5000 В! В результаті з повітря усуваються такі забруднення:

- механічні домішки (пил, шерсть),
- пилок,
- кліщі,
- мікроскопічні хвороботворні організми,
- запахи.



Рисунок 1.12 – Плазмовий іонізатор повітря

Завдяки цьому агрегати з даним принципом роботи набувають зазвичай в дитячі кімнати, а також для приміщень, де проводять багато часу алергіки і астматики.

Вважається, що експлуатація двополюсних приладів (рис. 1.13) більш корисна, так як вони виробляють іони і зі знаком «плюс», і зі знаком «мінус». Робиться це не одночасно, а по черзі, але дозволяє досягати приблизно однаковою концентрації частинок обох типів.

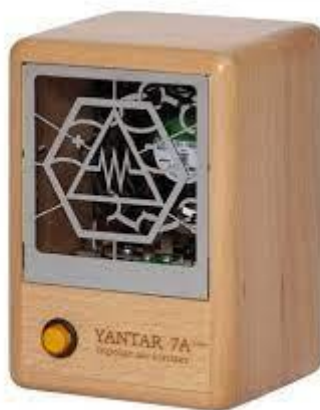


Рисунок 1.13 – Біполярний іонізатор повітря

Плюси обладнання полягають в декількох особливостях:

- при їх роботі не накопичується електростатичне напругу;
- вироблення озону у біполярних агрегатів дуже мала;
- під час функціонування не відбувається появи азоту та його сполук.

Моделі біполюсного виконання прекрасно підходять для застосування в побуті, однак ними теж не варто користуватися під час перебування людей в кімнаті. Існують і агрегати для автомобіля - це портативні прилади компактних розмірів, які можуть обслуговувати простір з об'ємом близько 10-ти кубічних метрів [4].

Електроефлювіальний прилад також називають лампою Чижевського (рис. 1.14), так як конструкція нагадує її за формою і розташовується під стелею. Раніше був популярний в побуті та медицині, тепер не рекомендується для побутового застосування. Іонізація виконується за рахунок електричного струму, дозволяє контролювати напругу і число іонів (лампа уніполярна) [4].

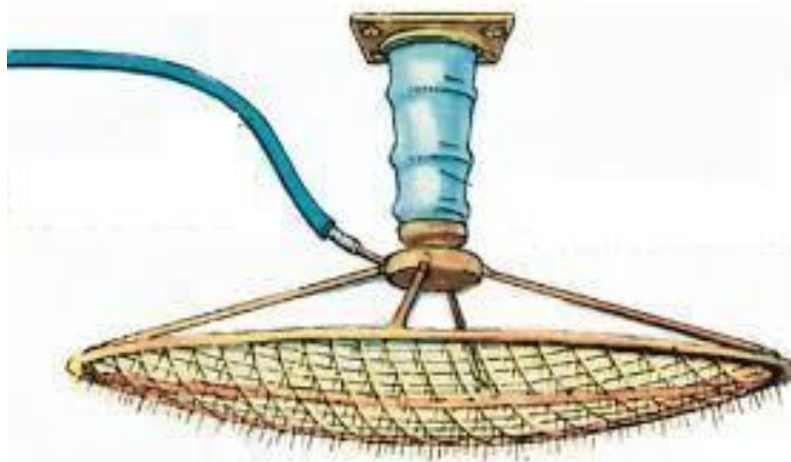


Рисунок 1.14 – Лампа Чижевського

### 1.5 Вплив іонізованого повітря на людину

При описі позитивних характеристик аероіонів зазвичай говорять про те, що вони можуть бути легкими і важкими (насправді їх класифікація ширше, але в нашому випадку для розуміння принципу досить і цих двох типів). Легкі іони в квартирах «живуть» недовго, швидко перетворюючись в важкі при об'єднанні з більш великими частками - вологою, пилом, бактеріями. Через зменшення швидкості і більшої маси вони швидко осідають, тому після іонізації повітря необхідно обов'язково мити підлогу, стіни, пилососити килими, меблі та інші поверхні, інакше ми продовжимо вдихати шкідливі речовини.

Чим забруднення навколишнього середовища, тим більше в ньому важких аероіонів: від 1000 в 1 см<sup>3</sup> чистого повітря до 65 000 в промисловому місті (концентрація легких частинок, навпаки, падає з 700-800 до 200 на 1 см<sup>3</sup>).

Краще, щоб було більше легких іонізованих молекул. Але для досягнення потрібного ефекту, вони повинні бути не просто легкими, а саме негативно зарядженими. Тоді після потрапляння в організм через шкіру або

дихальну систему вони зможуть з'єднатися з еритроцитами (червоними кров'яними тільцями, які приносять до клітин кисень і забирають у них вуглекислий газ) і активізувати їх роботу. Придбавши негативний заряд, еритроцити починають рухатися не хаотично, а впорядковано, доставляючи більше харчування до клітин і збільшуючи газообмін мінімум на 10%.

На даний момент однозначних наукових доказів позитивного або негативного впливу іонізованого повітря на організм не існує. Є безліч розрізнених експериментів, які в залежності від умов і використовуваного методу давали різні результати. Наприклад, вчені з Пекіна в 2019 році підтвердили факт позитивного впливу аероіонів на дихальну систему школярів. Останнє дослідження фахівців з декількох американських університетів, представлене в 2021 році, показало ризик збільшення концентрації етанолу, толуолу, ацетону.

Концентрація аероіонів в природних умовах залежить від середньодобової температури, відносної вологості, частоти опадів. Чим вище температура або більше дощів з грозами, тим вище кількість заряджених молекул. При нестачі вологи легкі частинки перетворюються в важкі через більшої кількості пилу, а при перевищенні рівня відносної вологості їх рухливість зменшується через з'єднання з молекулами води.

Вважається, що основна користь аніонів (негативно заряджених молекул) полягає в активізації діяльності еритроцитів. Є й інші, тісно пов'язані з цим, позитивні аспекти.

Сон стає глибше і якісніше. Організм встигає відпочивати і відновлюватися за ніч, тому днем ми відчуваємо бадьорість, свіжість, активність, гарний настрій, підвищується працездатність і концентрація уваги. Спокійний здоровий сон не тільки покращує самопочуття, він може полегшити стан при неврозах, депресіях та інших психологічних захворюваннях.

Прискорює метаболізм. Прискорений обмін речовин позитивно відбивається на схудненні, сприяє поліпшенню зовнішнього вигляду. Також



цей процес може сприяти полегшенню стану при опіках і деяких захворюваннях, включаючи бронхіт, фарингіт, пневмонію.

Зміцнює здоров'я. Насичення тканин і органів киснем допомагає зміцнити імунітет.

Негативний вплив іонізованого повітря на людину:

- Збільшується ризик зараження вірусними захворюваннями. У середовищі, насиченою зарядженими аероіонами, віруси, що передаються повітряно-крапельним шляхом, поширюються швидше. Саме тому в офісі не рекомендується користуватися пристроєм в постійному режимі, особливо в умовах активного поширення коронавірусної інфекції або сезонних захворювань.

- Погіршується стан хворих при певних захворюваннях. Через прискорення метаболізму у пацієнтів з високою температурою вона може піднятися ще вище, крім того, можуть нагадати про себе уповільнені або хронічні хвороби, при порушеннях кровопостачання іонізація може стати причиною крововиливу в мозок. При лікуванні онкології її взагалі заборонено використовувати, це обумовлено тим, що ракові клітини можуть почати розмножуватися швидше. Також можуть виникнути проблеми у пацієнтів з діагностованою на бронхіальну астму.

- Виявляється індивідуальна непереносимість. При підвищеній концентрації аероіонів може з'явитися головний біль, сонливість та інші неприємні симптоми.

- Підвищується ризик нападів астми або алергії. Заряджені іони активніше притягуються до слизових. Якщо аероіони важкі, то разом з ними в організм потрапляють алергени і інші забруднювачі, тому зазвичай не рекомендується присутність людей в кімнаті під час роботи пристрою [5].

Щоб уникнути частини негативних наслідків, необхідно регулювати концентрацію іонів в повітрі, це робиться за допомогою регулювання часу іонізації.

Нормою безпечного рівня є концентрація аеронів від 600 до 50000 на 1 см<sup>3</sup>.

Залежність концентрації іонів від часу наведена на рисунку 1.15[6].

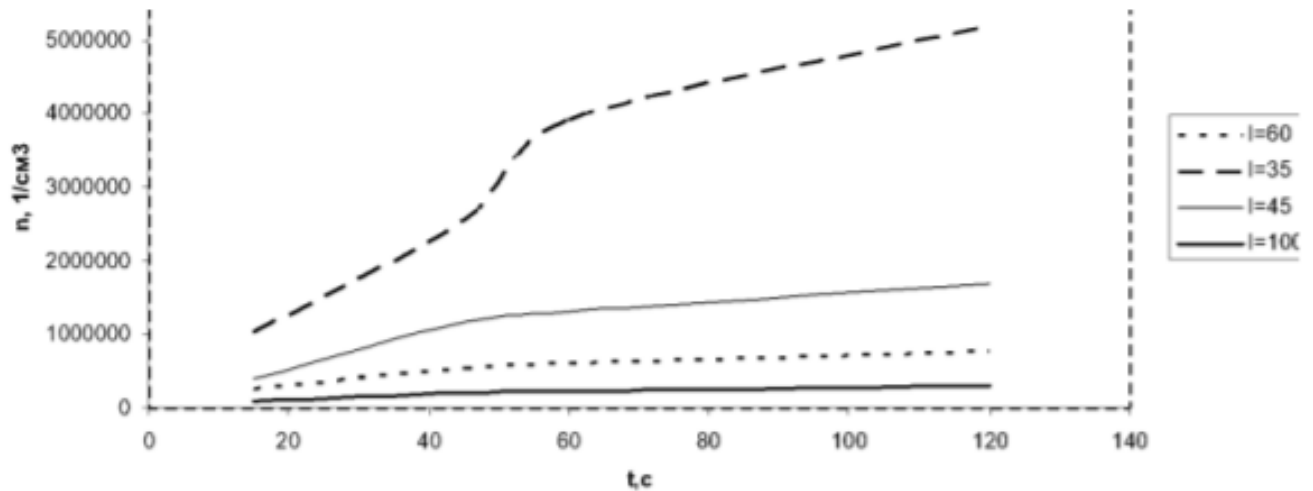


Рисунок 1.15 - Зміна концентрації аероіонів від часу для різних відстаней від іонізатора

А для регулювання часу іонізації, іонізатор повинен бути оснащений таймером.

Тому метою роботи є розробка таймера для регулювання часу іонізації.

Задачі роботи:

- розробити блочну схему таймеру;
- розробити схему електричну принципову кожного блоку;
- розробити схему електричну принципову таймеру;
- розробити схему розміщення елементів на друкованій платі;
- розробити 3Д модель друкованої плати.

## 2 РОЗРОБКА ЦИКЛІЧНОГО ТАЙМЕРУ ДЛЯ ІОНІЗАТОРА ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ ЛЧЧИЛЬНИКА ЧАСУ K176IE5

### 2.1 Таймери їх різновиди та використання

Таймер - спеціальний пристрій, який призначається для відліку часу назад, з секундним кроком, починаючи з моменту запуску.

Таймер, як правило, обладнаний шкалою часу, циферблатом, або потенціометром, використовуючи які з'являється можливість встановити необхідний час, після якого буде проведена подача будь-якого сигналу, або включення/вимкнення приладу.

Існують також таймери, для яких можна задати момент спрацьовування установкою конкретного часу доби. Це, так звані, таймери реального часу, які обладнані годинником або пристроєм зберігання часу. Таймером такого роду є найпростіший будильник.

Сьогодні найбільш поширені електронні цифрові таймери, які аналогічні електронним годинникам за принципом дії, однак, досі зустрічаються і механічні таймери, принцип дії яких побудований на годинниковому механізмі. Перехідні між цифровими та механічними – електромеханічні таймери працюють на базі реле часу.

Різновиди таймерів:

1) За принципом відліку часу таймери прийнято поділяти:

- Таймери інтервалів часу – встановлюється та підтримується інтервал часу. Такі таймери можуть бути одноразової (спрацьовує 1 раз), багаторазової (спрацьовує кілька разів із заздалегідь встановленими витримками) і циклічної (через рівні проміжки часу) дії;

- - Таймери поточного (реального) часу – сигнал подається за встановленим часом;

2) За принципом дії:

- Механічні таймери – будильники, кухонні таймери (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 -Механічний «кухонний» таймер

- Електромеханічні таймери – подають електричний імпульс, однак часто мають механічний завод (рис. 2.2);



Рисунок 2.2 –Електромеханічний таймер

- Цифрові електронні таймери – таймери, що програмуються. Можуть бути пов'язані з іншими суміжними пристроями (рис. 2.3);



Рисунок 2.3 –Електричний таймер

3) По вихідному впливу таймери поділяються на:

- Таймери-реле – для включення-відключення електроапаратури завдяки вбудованому реле (вимикачу);
- Таймери з електричним вихідним сигналом (електричні імпульси або цифровий код для таймерів керування);
- Таймери зі звуковою або візуальною сигналізацією (наприклад, кухонні таймери);

4) За призначенням таймери бувають:

- Виробничо-технічні – для включення у виробничі процеси;
- Для промислової автоматики - зазвичай таймери-реле реального часу, що застосовуються для управління верстатами, установками та ін обладнанням;
- Лабораторні - зазвичай таймери інтервалів часу з електричним вихідним сигналом (лабораторний таймер ТЛ-301);
- Побутові – різного повсякденного призначення, наприклад будильники, таймери мікрохвильових печей,
- Побутові вкл/відкл електроапаратури - зазвичай таймери-реле реального часу, наприклад, таймери світла в під'їздах.
- Кухонні - зазвичай таймери інтервалів часу, що мають звукову сигналізацію;
- Військові – таймери на підривні механізми, авіабомби, снаряди.

Таймери використовують:

- для управління освітленням під'їздів житлових будинків, автостоянок, рекламних щитів, вітрин та ін;
- для управління подачею повітря, води, сумішей та ін, наприклад, в акваріумах, або для поливу рослин;
- для керування дзвінком або сигналом, що працює за часом. На заводах для оповіщення початку зміни, або школах для оповіщення про початок уроку;

- для керування обігрівальними елементами або обігрівачами, наприклад, для опалення в робочий час;
- для імітації ефекту присутності. Увімкнення/вимкнення освітлення, радіо, телевізора для відлякування злодіїв та запобігання крадіжці з приватного будинку або квартири;
- для керування пристроями кондиціонування, наприклад, для того, щоб охолодити кімнату до вашого приходу;
- для управління електропристроями, наприклад верстатами на виробництві, які можна запрограмувати на включення на початку робочої зміни та вимкнення після її завершення;
- для керування живленням електроприладів у вечірній та нічний час у приміщеннях з багатотарифним обліком електроенергії[7].

## 2.2 Принципи побудови таймерів

Таймери є звичайними цифровими лічильниками, які підраховують імпульси від високостабільного генератора частоти. До системної шини мікропроцесора таймери підключаються за допомогою паралельних портів.

Генератор частоти, що входить до складу таймера визначає мінімальний інтервал часу, який може визначати таймер. Інтервали часу, які задаються таймером, можуть встановлюватися лише з дискретного набору допустимих часів. Дискретність установки цих інтервалів часу теж визначається частотою генератора, що задає. Розрядність лічильника, що входить до складу таймера, визначає максимальний інтервал часу, який може визначати таймер.

Зазвичай використовуються 16-ти розрядні таймери, тому, для підключення такого таймера до 8-розрядного процесора потрібно два паралельні порти. Крім того, таймер потрібно керувати. Таймер потрібно



включати і вимикати, часто потрібно визначати, чи не виникло переповнення таймера (факт переповнення легко запам'ятати в додатковому тригері, підключеному до виходу перенесення лічильника таймера). Цей тригер називається прапором переповнення таймера. Тригер (прапор) увімкнення та вимкнення таймера та прапор переповнення таймера підключають до системної шини мікропроцесора через додатковий порт введення виводу.

Структурна схема таймера, побудованого за описаними вище принципами, наведено на рисунку 2.4.

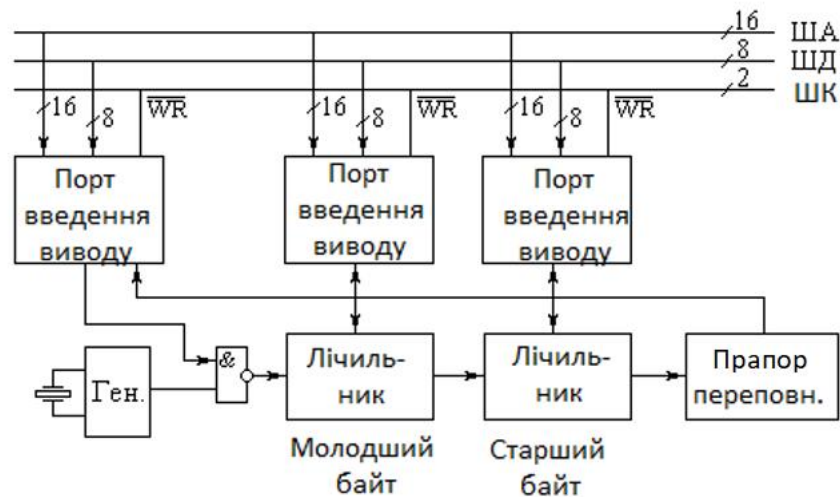


Рисунок 2.4 – Структурна схема цифрового таймера

Залежно від типу використаного цифрового лічильника таймери бувають сумують або віднімають. Якщо в таймері використовується підсумовуючий лічильник, то таймер називається сумуючим. Якщо в таймері використовується лічильник, що віднімає, то таймер називається віднімаючим.

Використання лічильника, що віднімає, дозволяє простіше задавати інтервали часу. В цьому випадку код, що записується в таймер, буде відповідати інтервалу часу:

$$T_{timer} = Kod \cdot T_{gen}$$

У разі використання підсумовуючого таймера код, що записується в таймер для завдання інтервалу часу, визначається з іншої формули:

$$T_{timer} = (Kod_{max} - Kod) \cdot T_{gen}$$

У цій формулі код, який заноситься в таймер, є доповненням коду інтервалу часу до максимального коду, який можна записати в таймер. Максимальний код таймера визначається за розрядністю таймера. У розглянутому прикладі розрядність таймера дорівнює 16. Це означає, що максимальний код дорівнює 65535.

Досить часто таймери, що підсумовують, використовуються в режимі вільно бігучого таймера. Схема такого таймера наведено на рисунку 2.5.

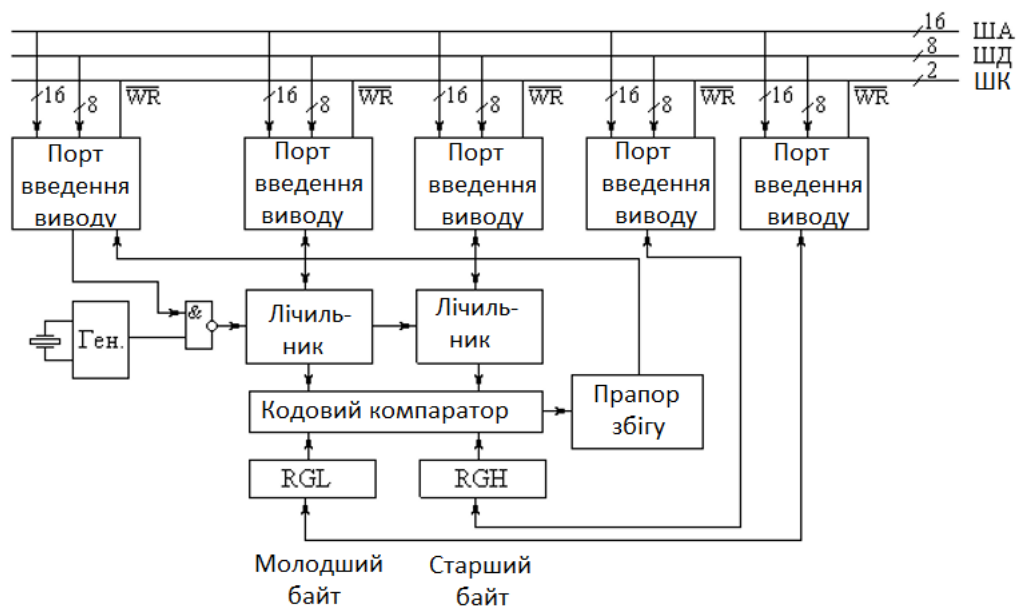


Рисунок 2.5 - Структурна схема вільно бігучого таймера з модулем порівняння

Вільно бігучі таймери використовуються як системний годинник, що задає час усередині мікропроцесорної системи. Для завдання проміжків часу мікропроцесор зчитує значення поточного системного часу і підсумовує з ним код проміжку часу, що задається. Отриманий результат записується у регістр порівняння таймера. При збігу значень таймера та регістру порівняння встановлюється прапор збігу. Значення цього прапора можна визначити програмним опитуванням або скористатися механізмом переривання роботи процесора.

Часто з одним таймером, що вільно біжить, працює кілька модулів порівняння.

Крім модулів порівняння з вільно бігучим таймером працюють модулі захоплення, які дозволяють апаратно запам'ятовувати час будь-якої зовнішньої події без участі центрального процесора. Структурна схема вільно бігучого таймера з модулем захоплення наведена на рисунку 2.6.

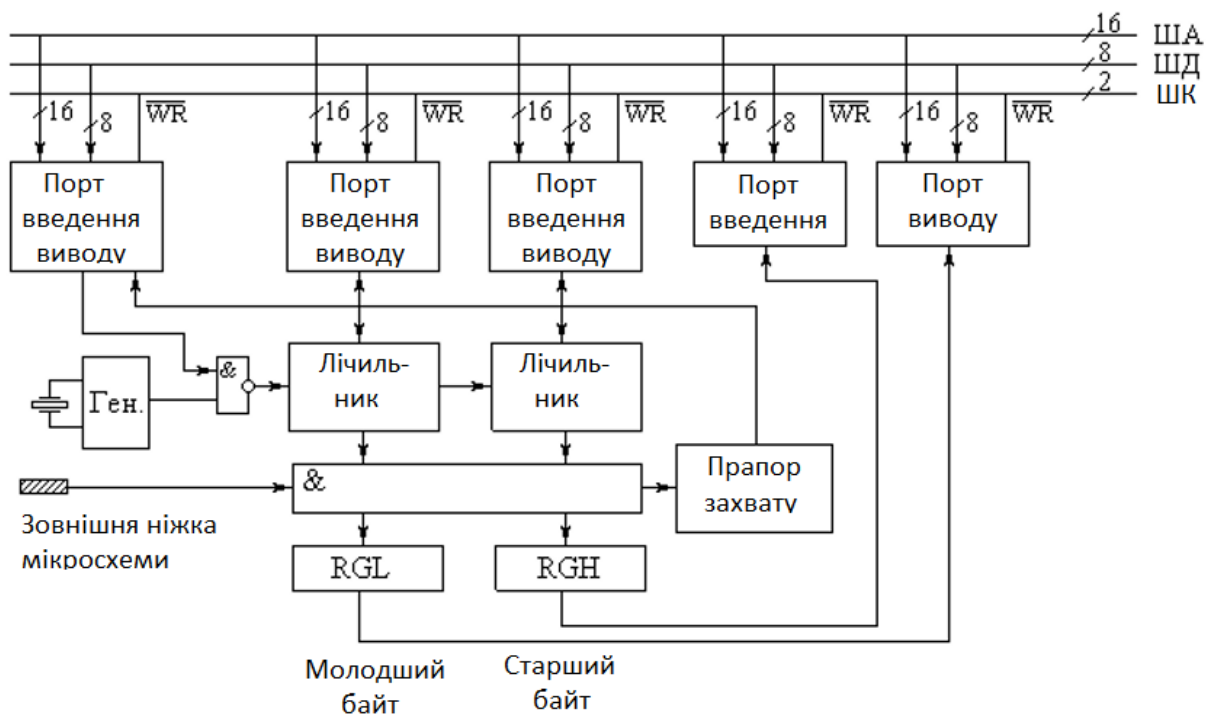


Рисунок 2.6 - Структурна схема вільно бігучого таймера з модулем захоплення[8].

### 2.3 Цифрові лічильники

Лічильник є основою таймера, тому розглянемо їх детальніше.

Лічильником називається пристрій послідовнісного типу, призначений для підрахунку числа імпульсів, що поступають на його вхід, і фіксації цього числа у вигляді коду, що зберігається в тригерах.

Лічильники - це цифрові автомати, внутрішні стани яких визначаються лише кількістю сигналів "1", що прийшли на вхід. Сигнали "0" не змінюють їх внутрішні стани.

Тригер Т-типу є простим лічильником, який рахує до двох. Лічильник, утворений колом з  $m$  тригерів, зможе підраховувати в двійковому коді  $2m$  вхідних імпульсів. Кожен з тригерів в цьому колі називають розрядом лічильника. Для установки початкового стану лічильника (скидання в нуль) зазвичай передбачається вхід скидання.

Основна характеристика лічильника – модуль рахунку, або ємність лічильника  $K_{\text{рах.}}$ . Це кількість вхідних сигналів, які повертають лічильник у вихідний стан. Лічильник, що не має додаткових зв'язків, має модуль рахунку  $K_{\text{рах.}} = 2^n$ . Лічильники, що мають модуль рахунку  $2^n$ , називаються двійковими. Якщо  $K_{\text{рах.}} \neq 2^n$ , то лічильник називається недвійковим. Лічильники відрізняються один від одного кодом, в якому вони працюють. Код завжди буває двійковим, але може мати різні ваги розрядів, наприклад вага  $8 - 4 - 2 - 1$  або  $5 - 2 - 1 - 1$  і тому подібне. Одним з недвійкових є двійково-десятковий лічильник, в якому значення кожного розряду десятичного числа кодується двійковим кодом.

За призначенням лічильники можуть бути підсумовуючими, віднімаючими і реверсивними. Підсумовуючі лічильники виконують

складання числа імпульсів, що поступають на вхід, з тим числом, яке зберігалось в ньому. Віднімаючі лічильники виконують віднімання числа імпульсу, що поступає, з початкового числа, записаного в ньому заздалегідь. Реверсивні лічильники можуть виконувати як додавання, так і віднімання імпульсів, що поступають на вхід, залежно від управляючих сигналів, що змінюють режим роботи лічильника.

За способом організації внутрішніх зв'язків лічильники можуть бути: з послідовним перенесенням, з паралельним перенесенням, з комбінованим перенесенням, кільцеві.

Лічильники бувають синхронними, тобто, коли рахункові імпульси подаються на рахункові входи всіх тригерів, і асинхронними - коли сигнал на рахунковий вхід якого-небудь тригера подається з виходу одного з тригерів молодших розрядів[9].

### 2.3.1 Двійковий асинхронний підсумовуючий лічильник з послідовним перенесенням

Розглянемо роботу двійкового підсумовуючого лічильника з порядком рахунку  $K_{рах.} = 8$ . Для його побудови необхідно  $m = \log_2 8 = 3$  тригера, що відповідає трьом розрядам двійкового числа (коду 421). У таблиці станів такого лічильника (табл. 4.1) вхідний сигнал  $x_n$  позначимо через 1,  $Q_n$  3 – старший розряд,  $Q_n$  1 – молодший розряд.

Таблиця 2.1 – Таблиця станів лічильника

$x^n$	$Q3^n$	$Q2^n$	$Q1^n$	$Q3^{n+1}$	$Q2^{n+1}$	$Q1^{n+1}$
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0

З аналізу таблиці видно:

- тригер молодшого розряду Q1 перемикається від кожного вхідного сигналу;
- другий розряд Q2 перемикається через два вхідні сигнали;
- третій розряд Q3 перемикається через чотири вхідні сигнали.

Таким чином, частота перемикання кожного наступного тригера зменшується вдвічі. Отже, лічильник можна побудувати як коло послідовно включених рахункових тригерів. Побудуємо такий лічильник на JK-тригерах, що працюють в рахунковому режимі (рис. 2.7). У схемі JK – тригери перетворені в T – тригери шляхом подачі «1» на вхід J і K.

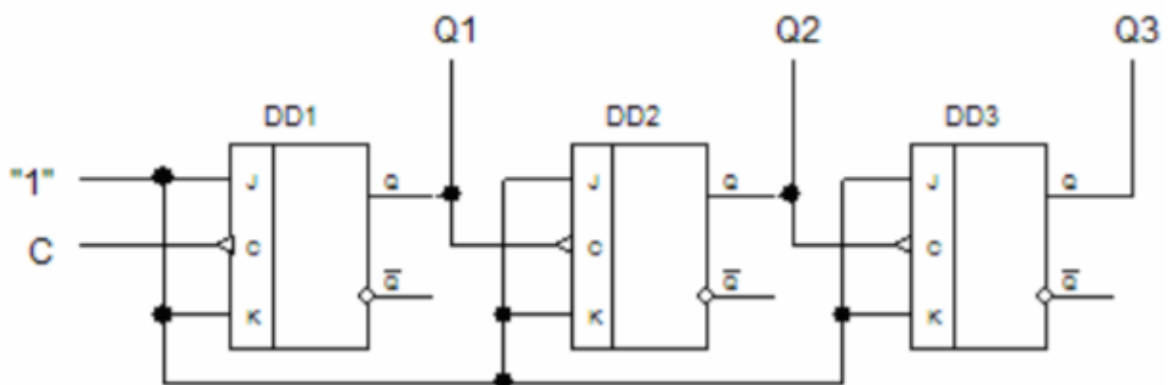


Рисунок 2.7 – Схема двійкового підсумовуючого лічильника з послідовним перенесенням

Оскільки тригери мають інверсний динамічний вхід, то кожен подальший тригер перемикається при скиданні в «0» попереднього тригера (рис. 2.8).

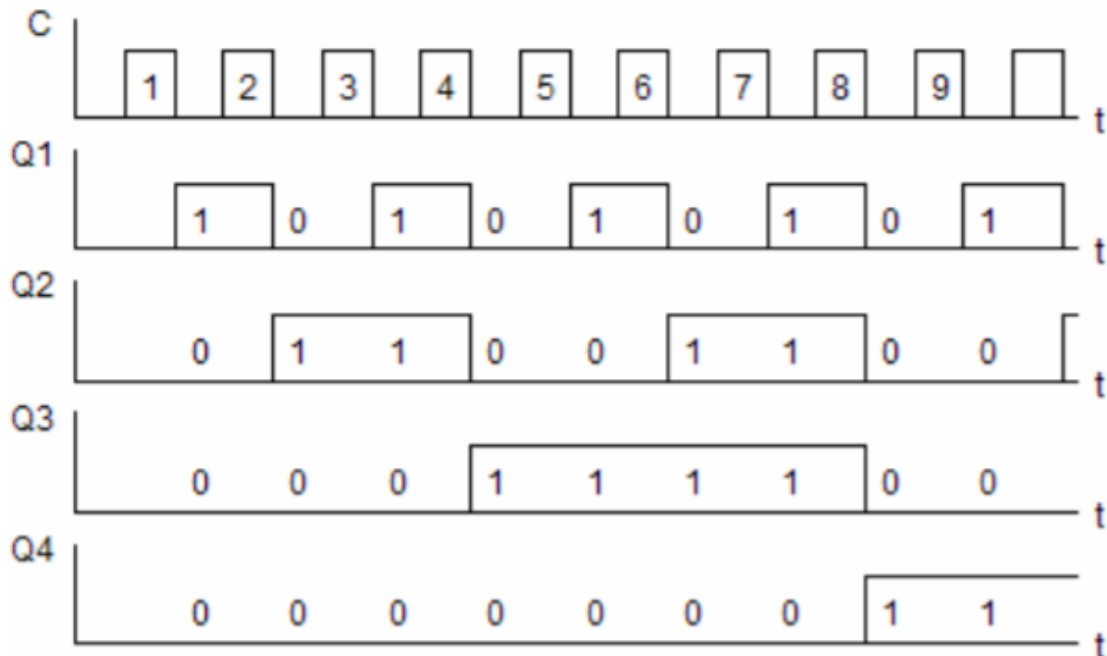


Рисунок 2.8 – Діаграма функціонування двійкового підсумовуючого лічильника з послідовним перенесенням

Окрім основної функції – рахунку імпульсів, лічильник забезпечує ділення частоти дотримання імпульсів. Якщо частоту дотримання імпульсів, що поступають на вхід тригера DD1 позначити  $f$ , то на виході тригера DD1 сигнал змінюється з частотою  $f/2$ , на виході тригера DD2 з частотою  $f/4$  і так далі.

Двійковий лічильник з послідовним перенесенням може працювати як віднімаючий. Для цього необхідно сигнали на входи подальших розрядів подавати з інверсних виходів тригерів попередніх розрядів.

Важливим параметром лічильника є його максимальний час встановлення коду, тобто час, необхідний для встановлення коду після подачі рахункового імпульсу. Оскільки отриманий лічильник – асинхронний, то

кожен його тригер спрацьовує із затримкою відносно вхідного сигналу. Тому, у міру просування сигналу від молодшого розряду до старшого, ця затримка підсумовується і може статися спотворення інформації у вигляді невідповідності числа імпульсів, що вже поступили в лічильник, і коду на його виходах. У схемах лічильників з послідовним перенесенням максимальний час встановлення твст. визначається сумою часу затримки перемикачів всіх тригерів. Час встановлення твст. визначає швидкодію лічильника. У загальному випадку сумарна затримка пропорційна числу тригерів, що знижує швидкодію лічильника [6].

### 2.3.2 Двійкові лічильники з паралельним перенесенням

Для підвищення швидкодії лічильники виконуються синхронними з паралельним перенесенням (або паралельні). Їх особливість полягає в тому, що виходи всіх попередніх розрядів з'єднуються з входами тригера подальшого розряду, тому тривалість перехідного процесу визначається лише тривалістю перехідного процесу одного розряду і не залежить від кількості тригерів. Звідси випливає, що паралельні лічильники – синхронні.

Структура паралельного лічильника не настільки очевидна, як структура послідовного лічильника. Для її виявлення необхідна певна процедура синтезу. Як приклад, синтезуємо двійковий паралельний лічильник з  $K_{\text{рах.}} = 16$ .

Процедура синтезу включає наступні операції.

1) визначається необхідна кількість розрядів  $m$ . В даному випадку:

$$m = \log_2 16 = 4$$

2) будується таблиця станів лічильника (табл. 2.2).



Таблиця 2.2 – Таблиця функціонування двійкового підсумовуючого лічильника з паралельним перенесенням

C	$Q4^n$	$Q3^n$	$Q2^n$	$Q1^n$	$Q4^{n+1}$	$Q3^{n+1}$	$Q2^{n+1}$	$Q1^{n+1}$
1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0

3) складаються карти Карно для функцій переходів тригерів кожного розряду. Карта переходів будується по таблиці станів і відображає перехід тригера  $Q_i^n \rightarrow Q_i^{n+1}$  у кожному такті, залежно від стану останніх тригерів в такті  $n$  (рис. 2.9).

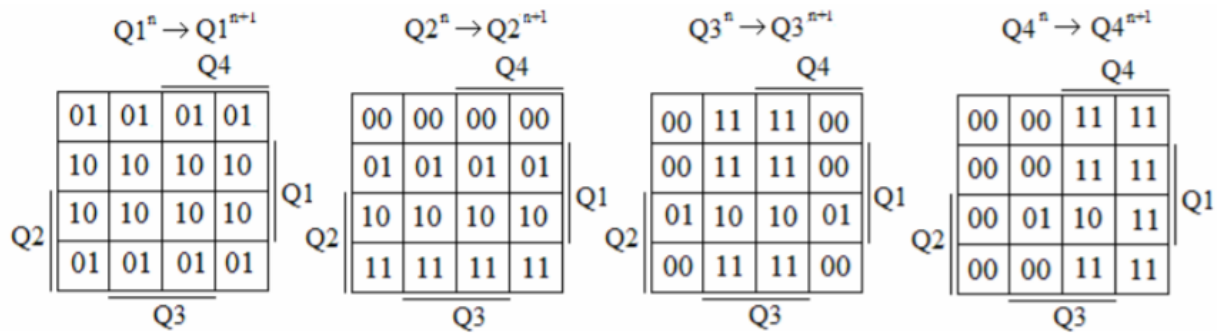


Рисунок 2.9 – Карти Карно для функцій переходів тригерів кожного розряду

Наприклад, першому рядку таблиці 2.1  $Q_4 = Q_3 = Q_2 = Q_1 = 0$  відповідає ліва верхня клітинка карт переходів. Оскільки під час вступу першої одиниці в лічильник  $Q_1$  він повинен перейти з нульового стану в одиничний, а  $Q_2, Q_3$  і  $Q_4$  повинні зберегти стан нуля, у вказану клітинку карти переходів для  $Q_1$  слід поставити «01», а в картах для  $Q_2, Q_3$  і  $Q_4$  поставити «00» і так далі.

4) вибирається тип тригера, наприклад, JK – тригер, для побудови лічильника. Використовуючи словник переходів JK – тригера, для кожного входу тригера складаються карти Карно, в клітинках яких проставляються сигнали, необхідні для забезпечення переходів тригерів, вказаних в однойменних клітинках карт функцій переходів (рис. 2.10).

Наприклад, для переходів «01» JK – тригера, згідно його словнику переходів, необхідно подати сигнал  $J = 1$ , а сигнал на вході  $K$  може бути будь-яким «×», тому у верхню ліву клітинку карти Карно для  $J_1$  проставляють одиницю, а для  $K_1$  – «×» і так далі.

5) проводиться мінімізація логічних функцій входів в картах Карно з метою здобуття їх аналітичних виразів, що показують зв'язки між входами і виходами всіх тригерів, що складають лічильник. В процесі мінімізації виробляється довизначення функцій там, де це доцільно, одиницями в клітинках «×».

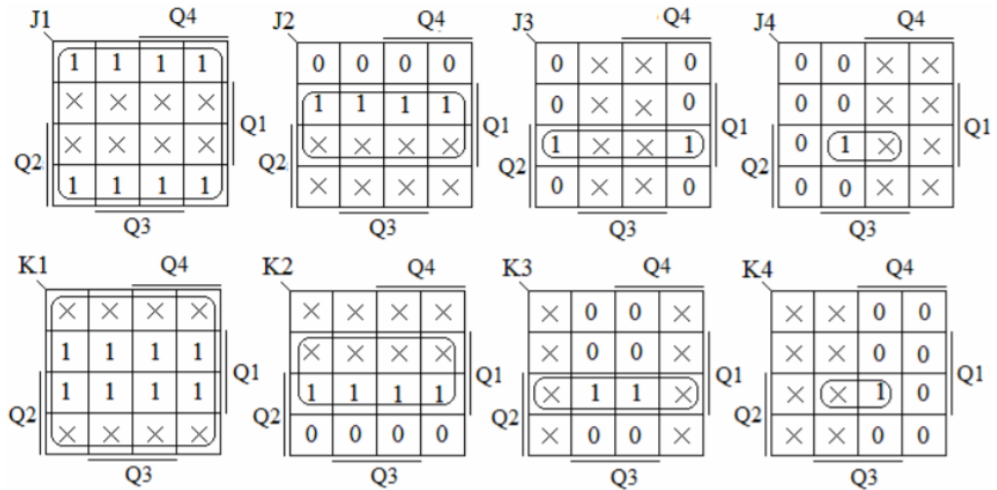


Рисунок 2.10 – Карти Карно для входів тригерів

У результаті, отримано наступні функції входів тригерів лічильника:

$$J1=1; K1=1; J2 = Q1; K2 = Q1; J3 = Q2 \cdot Q1; K3 = Q2 \cdot Q1$$

$$J4 = Q3 \cdot Q2 \cdot Q1; K4 = Q3 \cdot Q2 \cdot Q1;$$

б) будується електрична схема лічильника, відповідно до реалізації функцій входів (рис. 2,11).

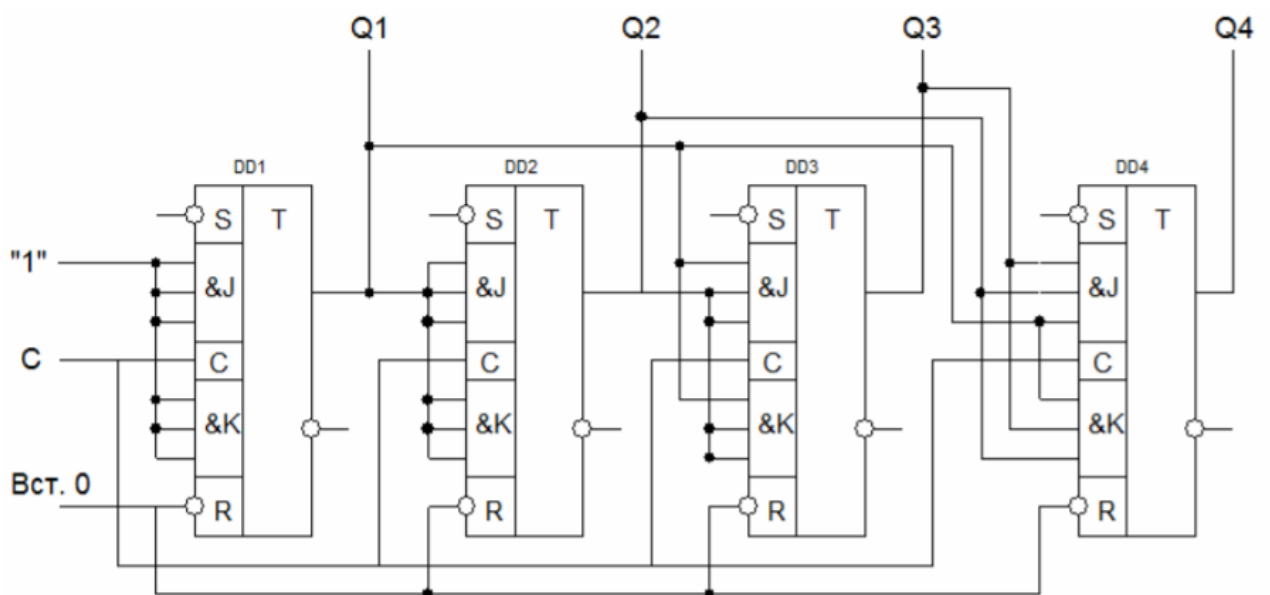


Рисунок 2.11 – Підсумовуючий двійковий лічильник з паралельним перенесенням

Віднімаючі лічильники. Як приклад синтезуємо двійковий паралельний лічильник з  $K_{\text{рах.}} = 8$ . Визначимо необхідну кількість розрядів  $m$ . В даному ви-165 падку:  $m = \log_2 8 = 3$ . Лічильник працює відповідно до таблиці переходів (табл. 2.2), зворотній таблиці 2.1.

Таблиця 2.3 – Таблиця станів віднімаючого лічильника

$x^n$	$Q3^n$	$Q2^n$	$Q1^n$	$Q3^{n+1}$	$Q2^{n+1}$	$Q1^{n+1}$
1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	0

Складемо карти Карно для функцій переходів тригерів кожного розряду (рис. 2.12).

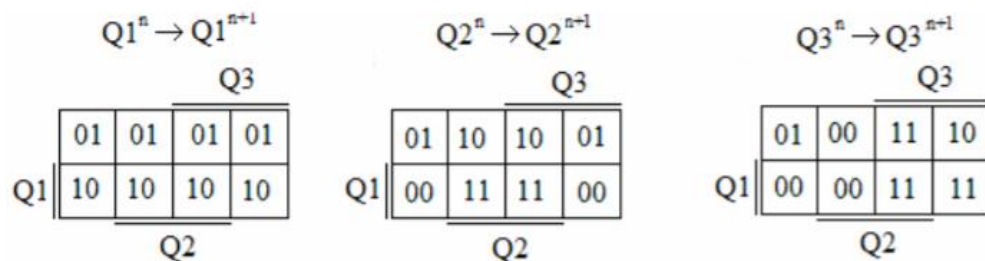


Рисунок 2.12 – Карти функцій переходів тригерів лічильника

Побудуємо схему на Т – тригерах. Використовуючи словник переходів Т– тригера , для кожного входу тригера складемо карти Карно (рис.2.13).

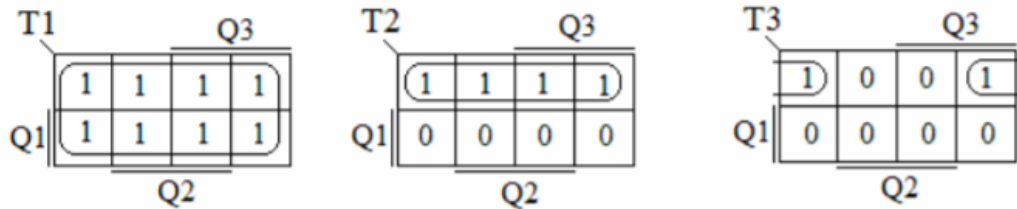


Рисунок 2.13– Карти Карно функцій входів тригерів лічильників

Проведемо мінімізацію логічних функцій входів в картах Карно з метою отримання їх аналітичного представлення. У результаті, отримано наступні функції входів тригерів лічильника:

$$T1=1; T2 = Q1; T3 = Q2 \cdot Q1;$$

Таким чином, віднімаючий лічильник відрізняється від підсумовуючого тим, що сигнали на входи Т подальших тригерів необхідно подавати з інверсних виходів тригерів попередніх розрядів (рис. 2.14).

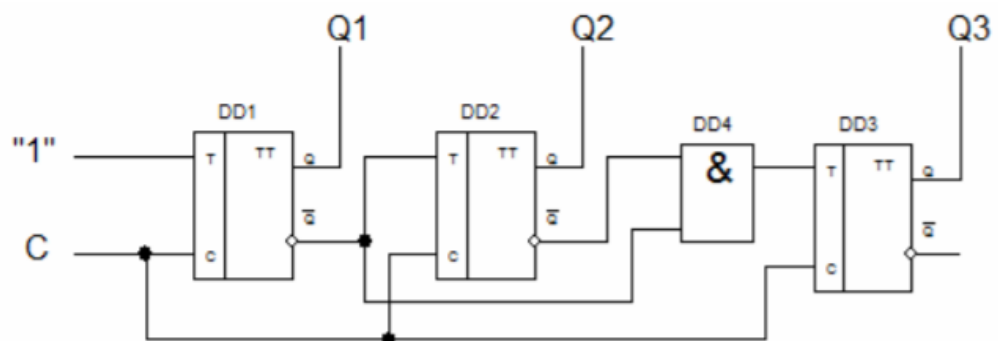


Рисунок 2.14 – Паралельний віднімаючий двійковий лічильник з  $K_{\text{рах.}} = 8$  [9]

## 2.4 Розробка структурної схема циклічного таймера

Циклічний таймер має включати в себе: блок живлення, який перетворює напругу мережі в напругу живлення мікросхем; блок рахунку, який підраховує час іонізації повітря; блок збереження стану іонізатора, який запам'ятовує поточний стан іонізатора; блок перемикання іонізатора, підключає і виключає іонізатор від живлення, залежно від стану блоку збереження. Зв'язки між ними показанні на блочній схемі (рис. 2.15).

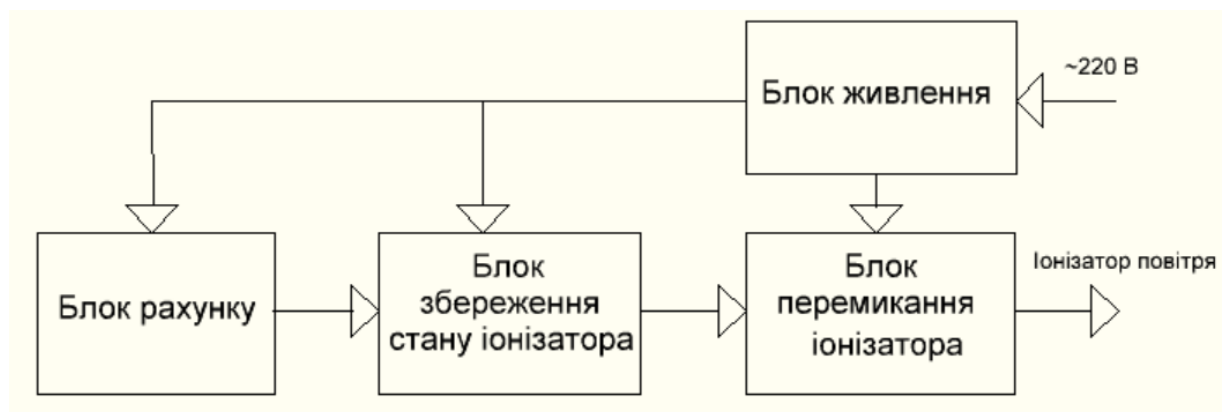


Рисунок 2.15 – Блочна схема циклічного таймеру

### 2.4.1 Блок живлення

У якості блока живлення використаємо схему з трансформатором, діодним мостиком, фільтром і стабілізатором і запобіжником на вході додаткового захисту схеми (рисунок 2.26).

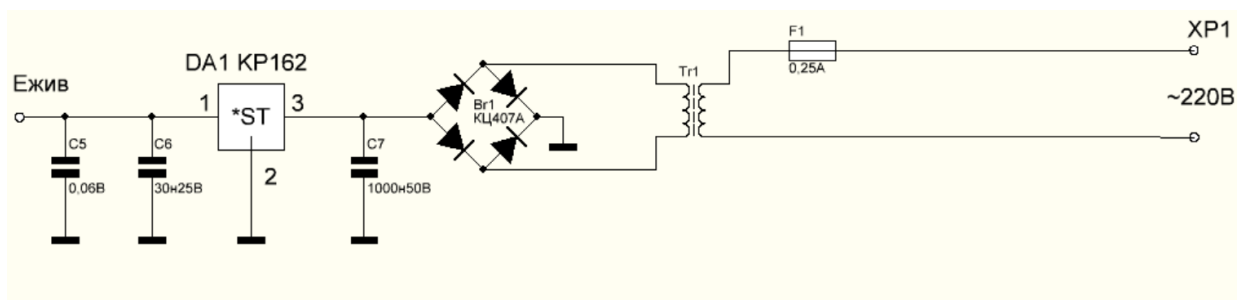


Рисунок 2.16 – Схема електрична принципова блоку живлення

#### 2.4.2 Блок рахунку

За основу блока рахунку було вирішено взяти 15-розрядний лічильник часу К176 ІЕ5.

Інтегральна схема К176 ІЕ5 була розроблена спеціально для роботи в схемах електронного годинника, але знаходить застосування і в інших пристроях.

К176 ІЕ5 має велику різницю між напругою логічного «0» та логічної «1», що забезпечує її завадостійкість, напруга живлення близька до напруги логічної одиниці, що дозволяє використовувати напругу живлення як логічну «1».

Зовнішній вигляд мікросхеми К176 ІЕ5 наведений на рисунку 2.17.



Рисунок 2.17 -Зовнішній вигляд мікросхеми K176 IE5

Умовне позначення мікросхеми K176 IE5 показано на рисунку 2.18.

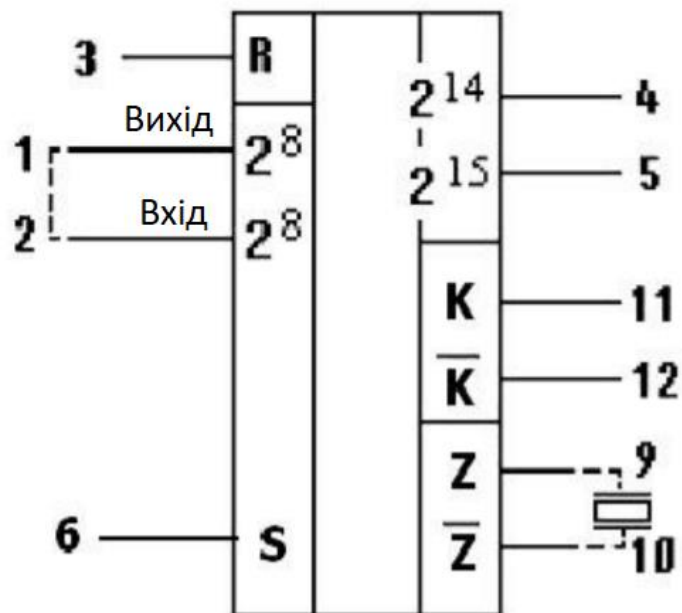


Рисунок 2.18 - Умовне позначення мікросхеми K176 IE5

Призначення виводів K176 IE5 наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Контроль за тактовими імпульсами K176 IE5



№	Призначення	№	Призначення
1	Вихід $2^8$	8	-
2	Вхід $2^8$	9	Вхід генератора
3	Вхід скидання	10	Вихід генератора
4	Вихід $2^{14}$ (2Гц)	11	Контроль тактових імпульсів
5	Вихід $2^{15}$ (1Гц)	12	Контроль тактових імпульсів
6	Вхід установки	13	-
7	Загальний	14	Живлення +9V

На контакті 1 формується частота  $f/2^8$  (64Гц). При з'єднанні контактів 1 і 2 на вхід другого лічильника подається частота  $f/2^8$  а на його виходах формуються імпульси: контакт 4 -  $f/2^{14}$  (2Гц) , контакт 5 -  $f/2^{15}$ (1Гц). Контакт 3 - встановлення лічильника "0".

Типова схема підключення К176 ІЕ5 зображена на рисунку 2.19.

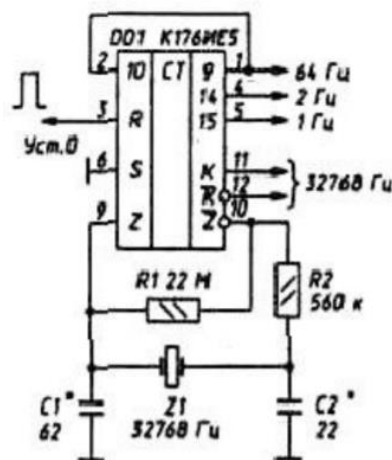


Рисунок 2.19 - Типова схема підключення К176 ІЕ5

Альтернативна схема підключення К176 ІЕ5 показана на рисунку 2.20

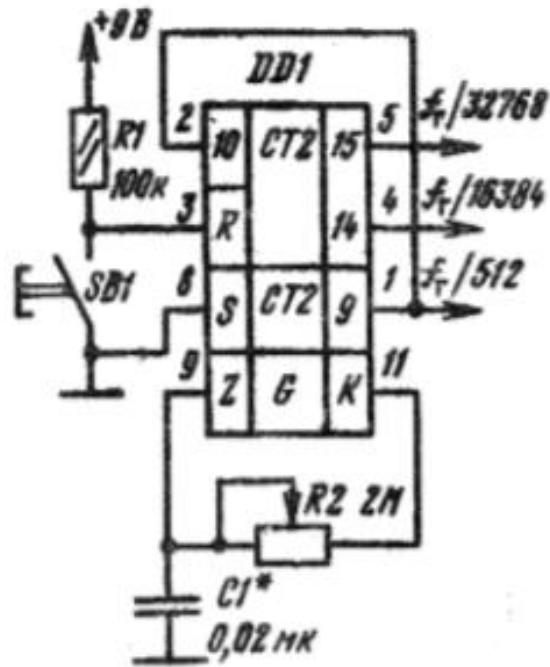


Рисунок 2.20 - Альтернативна схема підключення К176 ІЕ5

Електричні характеристики схеми К176 ІЕ5 наведенні в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Електричні характеристики схеми К176 ІЕ5

№	Характеристика	Значення
1	Напруга джерела живлення, В	$9 \pm 5\%$
2	Вихідна напруга логічного 0, В	$< 0,3$
3	Вихідна напруга логічної 1, В	$> 8,2$
4	Статична завадостійкість, В	0,9
5	Вхідний струм логічного 0, мкА	0,1
6	Вхідний струм логічного 1, мкА	$< 0,1$
7	Коефіцієнт розгалуження після виходу (статичний)	100
8	Максимальний вихідний струм у станах 0 та 1, мА	1

9	Найменший опір навантаження, при якій зберігається рівень логічного 1 на виході, кОм	150
10	Діапазон допустимих значень вхідної напруги, В	$0,2 \pm U_{д.ж}$
11	Середній час затримки поширення сигналу через логічний елемент, нс	250
12	Найбільша частота перемикання тригера	1 МГц
13	Споживана потужність одним логічним елементом у статичному режимі, мкВт	<0,25

Внутрішня структура К176 ІЕ5 зображена на рисунку 2.21.

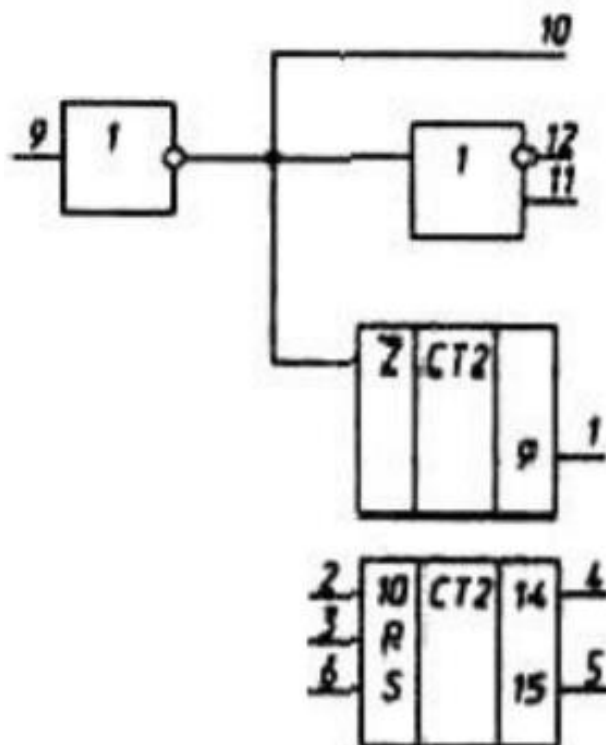


Рисунок 2.21 - Внутрішня структура К176 ІЕ5

Мікросхема складається з генератора імпульсів, розрахованого на роботу із зовнішнім кварцовим резонатором на частоту 32 768 Гц, і двох дільників частоти дев'ятирозрядного та шестирозрядного, що утворюють разом п'ятнадцятирозрядний двійковий дільник частоти генератора.

Кварцовий резонатор ZQ1 разом з елементами генератора, що задають час, підключають до контактів 9 (вхід Z) і 10 (вихід Z). Сигнал генератора частотою 32 768 Гц, який можна контролювати на виходах К і К, надходить на вхід дев'ятирозрядного дільника частоти.

На виході 9 (контакт 1) цього дільника формуються імпульси частотою 64 Гц. Цей сигнал генератора може бути поданий на вхід 10 (контакт 2) другого дільника шестирозрядного. Для цього треба лише з'єднати контакти 1 і 2. Тоді з виходу 14 (контакт 4) п'ятого розряду цього дільника можна буде знімати сигнал частотою 2 Гц, а з виходу 15 (контакт 5) шостого розряду частотою 1 Гц.

Цей стабільний сигнал частотою 1 Гц в електронному годиннику зазвичай використовують як вихідні секундні імпульси. А якщо цей сигнал подати на вхід додаткового дільника частоти з коефіцієнтом розподілу 60, на його виході формуватимуться імпульси з частотою повторення 1/60 Гц, тобто хвилинні імпульси лічильника часу.

Вхід R (контакт 3) мікросхеми служить для встановлення вихідної фази коливань, що формуються на її виходах. При подачі на нього напруги високого рівня на виходах 9, 10 та 15 виникає напруга низького рівня. Після зняття встановленого рівня, на цих виходах з'являються відповідні сигнали, причому спад першого імпульсу високого рівня на виході 15 (1 Гц) виникає через 1 с.

Конденсатори C1 та C2 служать для точної установки частоти кварцового генератора. При зменшенні їх ємності частота генерації зростає і навпаки. Частоту генератора встановлюють: грубо добіркою конденсатора C1 точно підстроювальним конденсатором C2. Опір резистора R2 може бути в межах 1,5 ... 20 МОм.

Ми будемо використовувати схему підключення К176 ІЕ5 без кварцового генератора щоб трохи зменшити ціну кінцевого виробу, а також для регулювання часу сигналів за допомогою шунтування певних елементів.

Схема електрична принципова блоку рахунку зображена на рисунку 2.22.

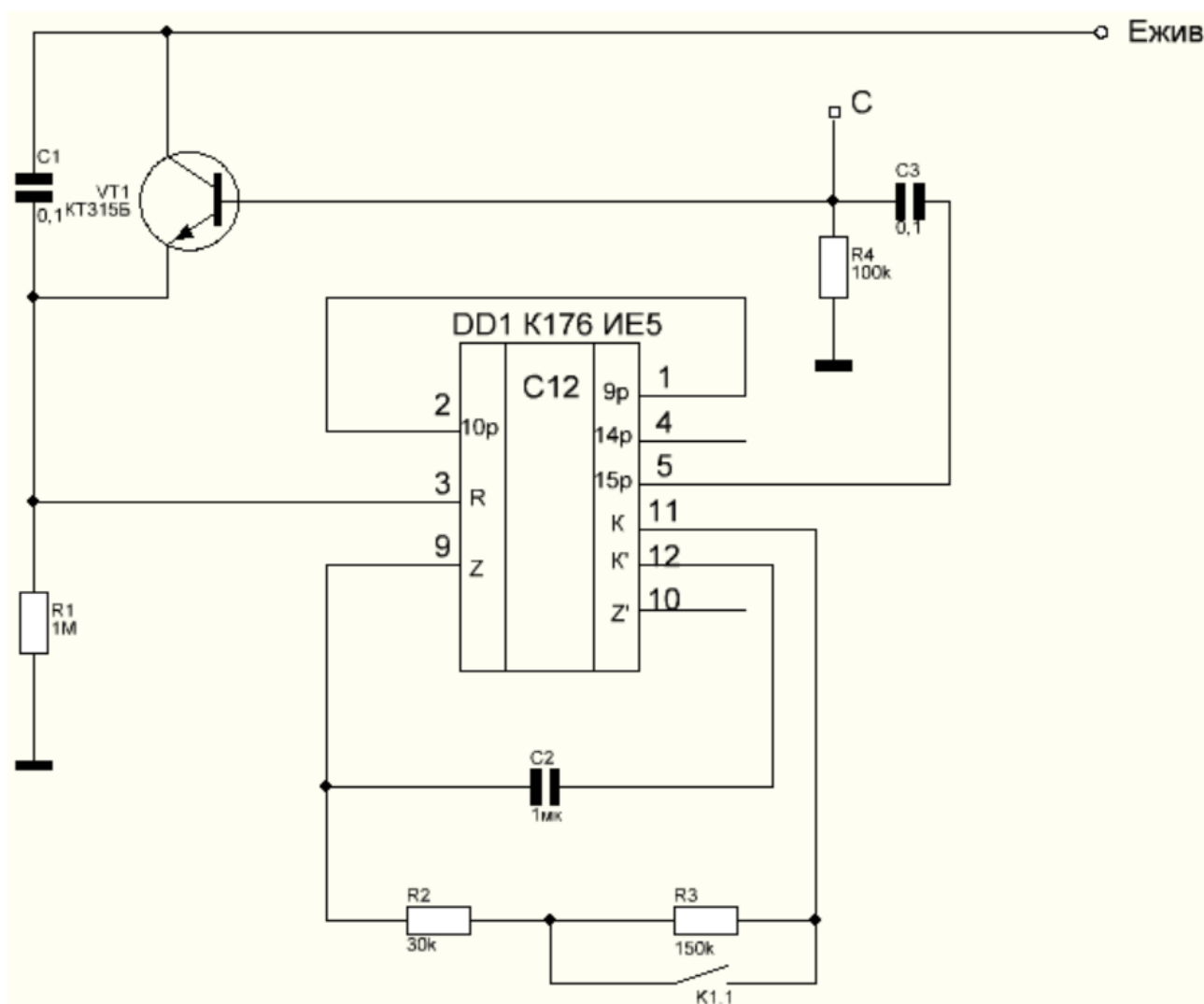


Рисунок 2.22 – Схема електрична принципова блоку рахунку

В схемі використовується транзистор КТ315.

Транзистор КТ315 – кремнієвий, епітаксійно-планарний, зворотний (структури n-p-n), підсилювальний. Призначений для генерування та посилення ВЧ коливань. Може також працювати у різних імпульсних схемах.

Часто застосовується у парі із "прямими" транзисторами КТ361. Має герметичний пластмасовий корпус. Літера відповідного типономінала вказується на корпусі приладу, а також на етикетці. Виводи – гнучкі, у формі смужка. Важить трохи більше 0,18г.

Цей транзистор є дешевим та розповсюдженим, має хорошу швидкість перемикання, є досить термостабільним, компактний.

Цоколювка КТ315 показана на рисунку 2.23.

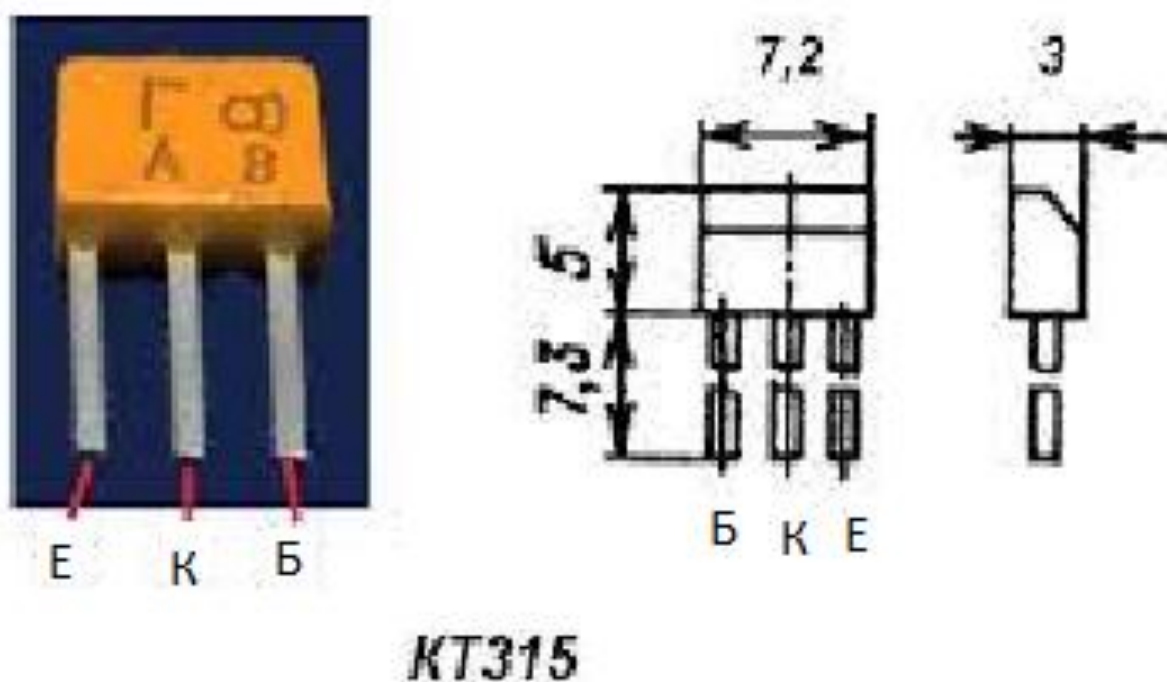


Рисунок 2.23 – Зовнішній вигляд і цоколювка КТ315

Граничні експлуатаційні характеристики КТ315 Б показані в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Граничні експлуатаційні характеристики КТ315 Б

№	Характеристика	Значення
1	Напруга К-Е (постійна). $R_{be} = 10 \text{ кОм}$ , В	20
2	Постійна напруга Б-Е, В	6
3	Струм колектора (постійний), мА	100

4	Розсіювана потужність колектора (постійна) $T \leq +25^{\circ}\text{C}$ , мВт	150
5	Температура переходу (р-п), $^{\circ}\text{C}$	+120
6	Робоча температура (довкілля), $^{\circ}\text{C}$	-60 ÷ +100

Параметри транзистора КТ315 Б наведенні в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Параметри транзистора КТ315 Б

№	Характеристика	Значення
1	Коефіцієнт передачі струму (статичний). Схема із загальним емітером. $U_{ке} = 10 \text{ В}$ , $I_{к} = 1 \text{ мА}$	50 ÷ 350
2	Гранична частота коефіцієнта передачі струму $U_{ке} = 10 \text{ В}$ , $I_{к} = 1 \text{ мА}$ , МГц	$\geq 250$
3	Постійна час ланцюга зворотного зв'язку. $I_{е} = 5 \text{ мА}$ , $U_{кб} = 10 \text{ В}$ , пс	$\leq 500$
4	Гранична напруга. $I_{е} = 5 \text{ мА}$ , В	$\geq 15$
5	Напруга насичення К-Е. $I_{б} = 2 \text{ мА}$ , $I_{к} = 20 \text{ мА}$ , В	$\leq 0,4$
6	Напруга насичення Б-Е. $I_{б} = 2 \text{ мА}$ , $I_{к} = 20 \text{ мА}$ , В	$\leq 1$
7	Струм К-Е (зворотний). $R_{бe} = 10 \text{ кОм}$ , $U_{ке} = U_{ке, \text{max}}$ , мкА	$\leq 1$
8	Струм колектора (зворотний). $U_{кб} = 10 \text{ В}$ , мкА	$\leq 1$
9	Струм емітера (зворотний). $U_{еб} = 5 \text{ В}$ , мкА	$\leq 50$
10	Ємність колекторного переходу. $U_{кб} = 10 \text{ В}$ , пФ	$\leq 7$
6	Робоча температура (довкілля), $^{\circ}\text{C}$	-60 ÷ +100

#### 2.4.3 Блок збереження стану іонізатора повітря

За основу блоку збереження було вирішено взяти мікросхему з двома D-тригерами К176 ТМ1(рис. 2.28).

К176 ТМ1 має схожі параметри до К176 ТМ1- велику завадостійкість, напруга живлення рівна напрузі живлення К176 ТМ1, і близька до напруги логічної одиниці, що дозволяє використовувати напругу живлення як логічну «1»

Тригер у мікросхемі К176ТМ1 має тільки вхід скидання R. Тригер перемикається по позитивному перепаду на тактовому вході, при цьому логічний рівень, присутній на вході D передається на вихід Q. Вхід скидання R незалежний від тактів С має високі активні рівні. Максимальна тактова частота до 5 МГц, але час фронту тактового сигналу має перевищувати 5 нс. З іншого боку, тривалість тактового імпульсу має бути менше 100 нс. Час встановлення вихідних даних – понад 25 нс.

Зовнішній вигляд мікросхеми наведений на рисунку 2.24.

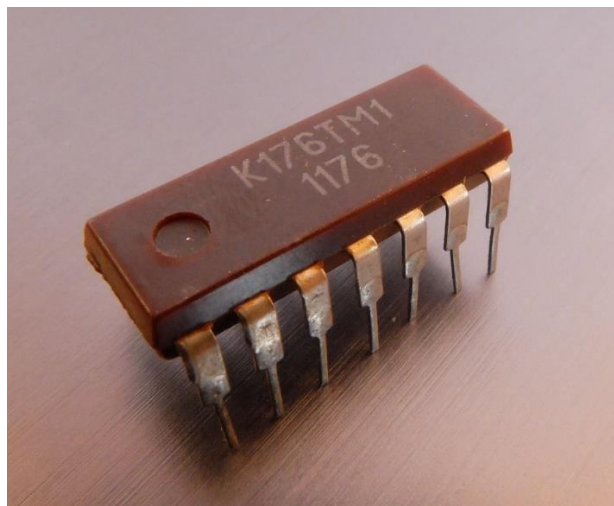


Рисунок 2.24 - Зовнішній вигляд мікросхеми К176 ТМ1

Умовне позначення мікросхеми К176 ТМ1 показано на рисунку 2.25.



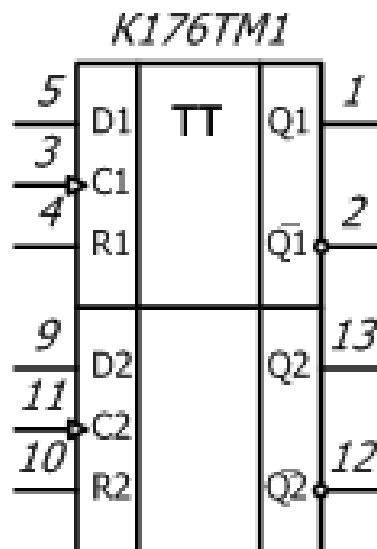


Рисунок 2.25 - Умовне позначення мікросхеми K176 TM1

Призначення виводів K176 TM1 наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Призначення виводів K176 TM1

№	Призначення	№	Призначення
1	Прямий вихід Q1	8	-
2	Інверсний вихід $\bar{Q}1$	9	Вхід встановлення D2
3	Тактовий вхід C1	10	Вхід скидання R2
4	Вхід скидання R1	11	Тактовий вхід C2
5	Вхід встановлення D1	12	Інверсний вихід $\bar{Q}2$
6	-	13	Прямий вихід Q2
7	Загальний	14	Живлення +9V

Електричні характеристики схеми K176 TM1 наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Електричні характеристики схеми К176 ТМ1

№	Характеристика	Значення
1	Номінальна напруга живлення, В	$9 \pm 5\%$
2	Вихідна напруга низького рівня, В	$\leq 0,3$
3	Вихідна напруга високого рівня, В	8,2
4	Вхідний струм низького рівня, мкА	$\leq 0,3$
5	Вхідний струм високого рівня, мкА	$\leq 0,3$
6	Вихідний струм низького рівня (що втікає), мкА	$\leq 0,5$
7	Струм споживання, мкА	$\leq 3$
8	Струм споживання в динамічному режимі, мкА	$\leq 400$
9	Робоча частота на тактовому вході, МГц	1

Внутрішня структура К176 ТМ1 зображена на рисунку 2.26.

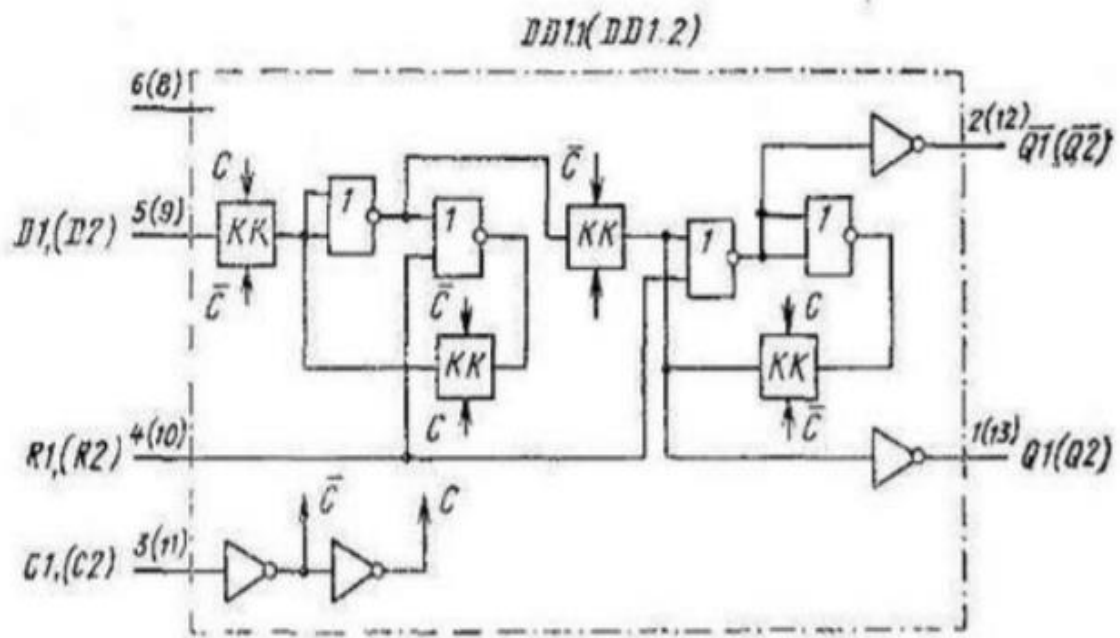


Рисунок 2.26 - Внутрішня структура К176 ТМ1

Схема електрична принципова блоку збереження стану іонізатора повітря зображена на рисунку 2.27

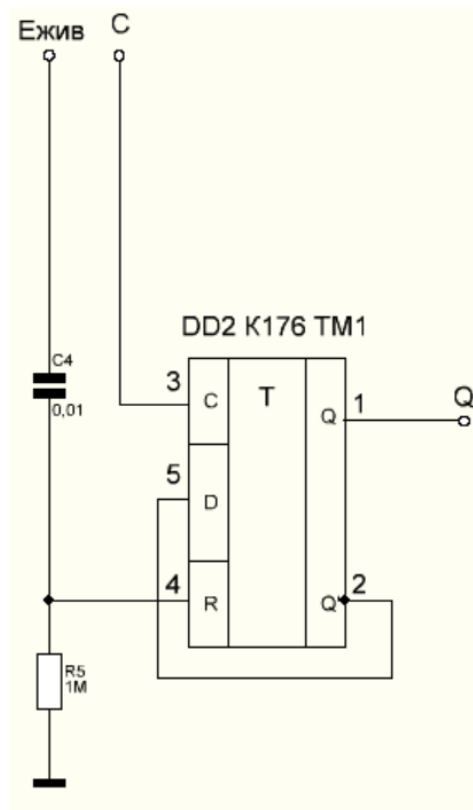


Рисунок 2.27 – Схема електрична принципова блоку збереження стану іонізатора повітря

#### 2.4.4 Блок перемикання іонізатора повітря

Блок перемикання буде складатися з двох функціональних частин, перша транзисторний ключ, для більшої стабільності перемикання, друга це реле – перемикач контактів.

Транзисторний ключ складається з двох транзисторів з'єднаних по схемі Дарлінгтона(рис. 2.28).

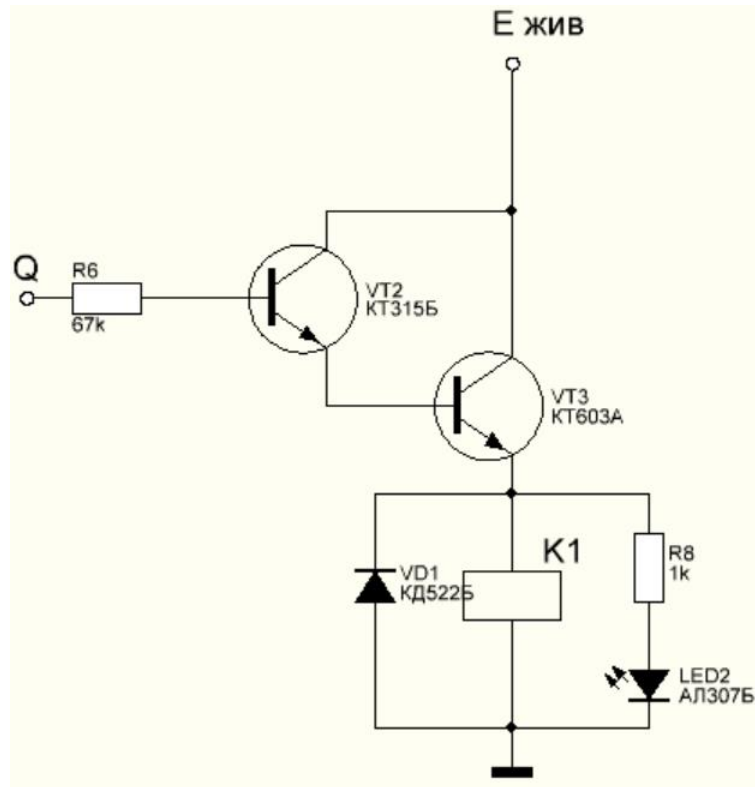


Рисунок 2.28 – Транзисторний ключ

Окрім раніше пом'янутого КТ315Б тут використовується більш потужний транзистор КТ603А.

Транзистор КТ603 - структури n-p-n, епітаксійно-планарний, кремнієвий. Основне застосування - високочастотні перемикаючі та імпульсні пристрої. Має гнучкі контакти та метало-скляний корпус. На корпусі вказується тип транзистора. Маса – 1.75 г.

Цей транзистор є дешевим, має хорошу швидкість перемикання, є досить термостабільним.

Цоколівка та зовнішній вигляд КТ603 показана на рисунку 2.29.

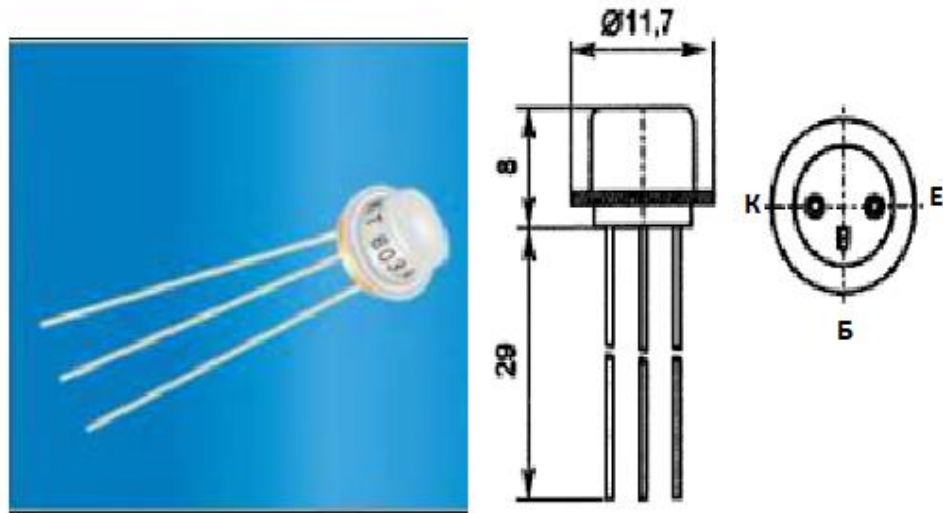


Рисунок 2.29 – Зовнішній вигляд і цоколівка КТ603

Граничні експлуатаційні характеристики КТ315 Б показані в таблиці 2.9.

Таблиця 2.10 - Граничні експлуатаційні характеристики КТ315 Б

№	Характеристика	Значення
1	Напруга К-Е (постійна). $R_{\text{бе}} = 1 \text{ кОм}$ , В	30
2	Постійна напруга Б-Е, В	5
3	Струм колектора (постійний), мА	300
4	Розсіювана потужність колектора (постійна) $T \leq +25^\circ\text{C}$ , Вт	0,5
5	Температура переходу (р-п), $^\circ\text{C}$	+120
6	Робоча температура (довкілля), $^\circ\text{C}$	-40 ÷ +85

Параметри транзистора КТ315 Б наведенні в таблиці 2.8.

Таблиця 2.11 - Параметри транзистора КТ315 Б

№	Характеристика	Значення
1	Коефіцієнт передачі струму (статичний). Схема із загальним емітером. $U_{ке} = 2 \text{ В}$ , $I_{к} = 150 \text{ мА}$	$10 \div 80$
2	Гранична частота коефіцієнта передачі струму $U_{ке} = 10 \text{ В}$ , $I_{к} = 30 \text{ мА}$ , МГц	$\geq 200$
3	Постійна час ланцюга зворотного зв'язку. $I_{е} = 30 \text{ мА}$ , $U_{кб} = 10 \text{ В}$ , пс	$\leq 400$
4	Напруга насичення К-Е. $I_{б} = 15 \text{ мА}$ , $I_{к} = 150 \text{ мА}$ , В	$\leq 0,8$
5	Напруга насичення Б-Е. $I_{б} = 15 \text{ мА}$ , $I_{к} = 150 \text{ мА}$ , В	$\leq 1,5$
6	Час розсмоктування при $I_{к} = 150 \text{ мА}$ , $I_{б} = 15 \text{ мА}$ , нс	$\leq 100$
7	Ємність емітерного переходу при $U_{еб} = 0$ , $f = 5 \text{ МГц}$ , пФ	$\leq 40$
8	Струм колектора (зворотний). $U_{кб} = 30 \text{ В}$ , мкА	$\leq 10$
9	Струм емітера (зворотний). $U_{еб} = 3 \text{ В}$ , мкА	$\leq 3$
10	Ємність колекторного переходу. $U_{кб} = 10 \text{ В}$ , пФ	$\leq 15$

Реле перемикач повинен мати напругу спрацювання 7...9 В, це може бути РЭС 22 або РФИ 500, РФИ 129, або інше що відповідає цій вимозі. Схема перемикання напруги на іонізаторі показана на рисунку 2.30.

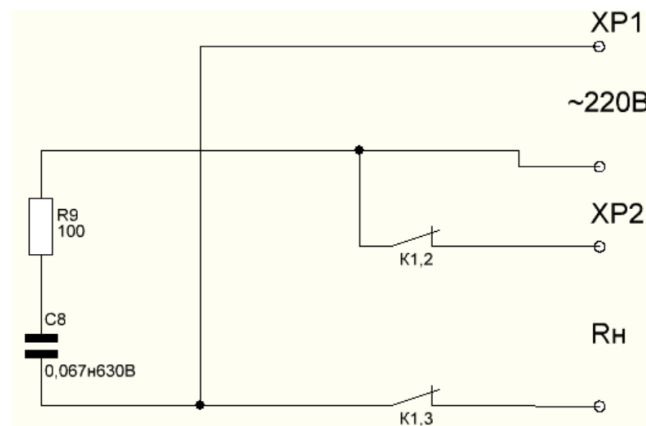


Рисунок 2.30 - Схема перемикання напруги на іонізаторі повітря

## 2.5 Розробка електричної принципової схеми циклічного таймера іонізатора повітря

Повна схема циклічного таймера для іонізатора повітря зображена на рисунку 2.31.

Цей пристрій через встановлений проміжок часу включає та вимикає навантаження, підключене до ХР2. До подачі живлення контакти реле К1 перебувають у наступних станах:

- К1.1 – нормально розімкнені;
- К1.2, К1.3 – нормально замкнуті.

Після подачі живлення навантаження через нормально замкнуті контакти реле К1.2 та К1.3 підключаються до мережі 220 В. На вході R лічильника - генератора DD1 та вході R тригера DD2 формуються імпульси, що встановлюють їх виходи у стан логічного "0". Генераторна секція DD1 починає виробляти імпульси, частота повторення яких визначається колом С2, R2, R3. Лічильник DD1 підраховує число цих імпульсів і через певний час витримки на вході 5 DD1 з'являється рівень логічної "1".

У цей момент через диференціальне коло С3, R4 і транзистор VT1 надходить імпульс скидання на вхід R DD1, в результаті чого на виході 5 DD1 встановлюється рівень логічного "0". Одночасно з'являється імпульс на вході DD2, в результаті чого на його виході встановлюється рівень логічної "1". Транзистори VT2 та VT3 відкриваються та спрацьовує реле К1.1. Контакти К1.1 замикаються і шунтують резистор R3, контакти К1.2 і К1.3 розмикаються і відключають навантаження від ланцюга 220 В. Про включення реле К1 сигналізує світлодіод LED 2.

Генераторна секція DD1 починає виробляти імпульси, частота повторення яких визначається часозатримуючим колом С2, R2. Лічильник DD1 підраховує кількість імпульсів, і через певний час витримки на вході DD1 з'являється рівень логічної "1".

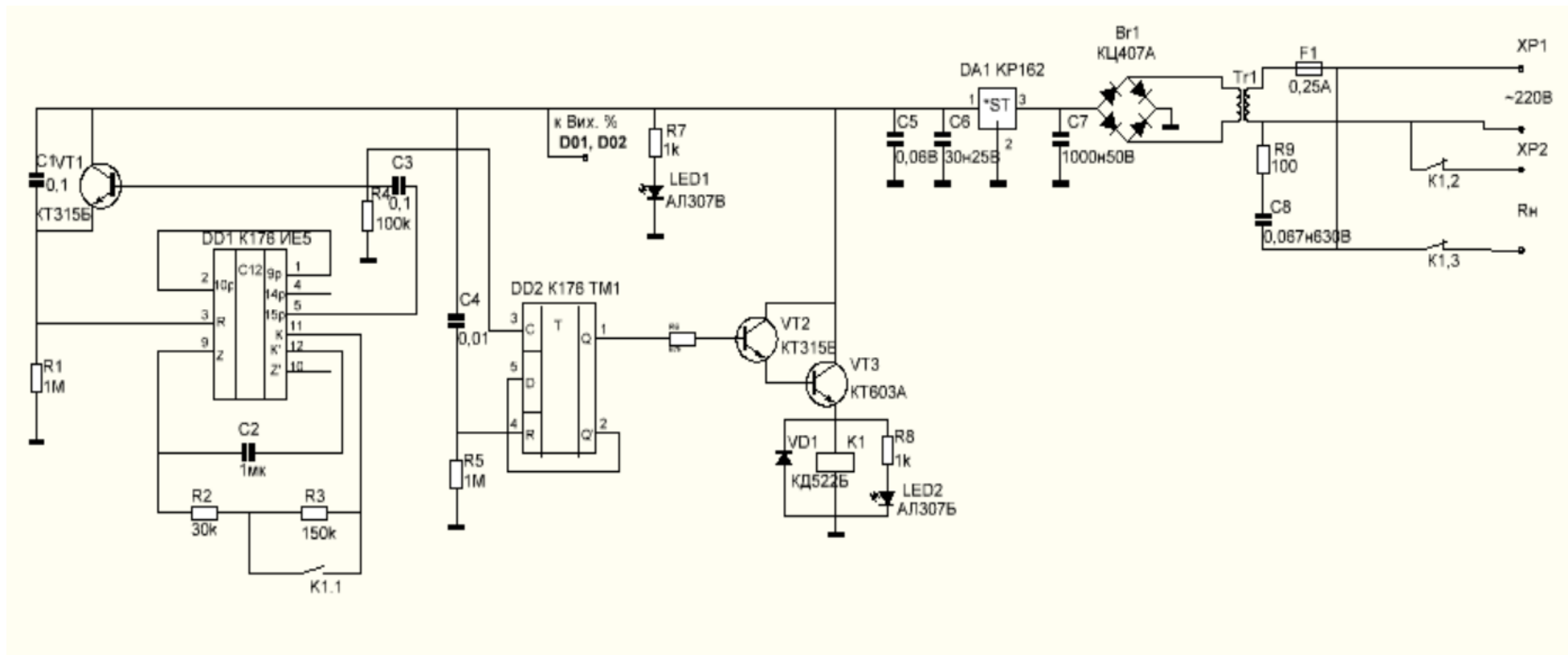


Рисунок 2.31 -Схема електрична принципова циклічного таймера для іонізатора повітря



У цей момент через диференціальне коло С3, R4 і транзистор VT1 надходить імпульс скидання на вхід R DD1, в результаті чого на виході 5 DD1 встановлюється рівень логічного "0". Одночасно з'являється імпульс на вході тригера DD2, який переводить його вихід у стан логічного "0". Транзистори VT2 та VT3 закриваються, реле К1 відключається. Контакти К1.1 розмикаються і підключають резистор R3 до затримуючого кола. Контакти К1.2 та К1.3 замикаються та підключають навантаження. Так продовжується до відключення живлення.

Таким чином, час включення навантаження  $t_{\text{вкл}} = C2 \cdot R2 \cdot R3$ ; а час вимкнення навантаження  $t_{\text{выкл}} = C2 \cdot R2$ .

У пристрої використані: резистори – МЛТ, конденсатори: С1, С3, С4, С5 – КМ 5, С6 – К52-2, С7 – К50-6, С8-К73-17; транзистори: VT1, VT2 - КТ315Б, VT3-КТ-603А, діод VD1: КД522Б, діодний місток: КЦ407А, світлодіоди: LED 1 - АЛ307В, LED 2 - АЛ307Б, реле К1: РЭС22, мікросхеми: DD1 - К176 ИЕ5, DD2 - К176 ТМ1.

## 2.6 Розташування елементів на друкованій платі

Розробимо схему розташування блоків: рахунку, збереження стану і транзисторного ключа блоку примикання іонізатора повітря на друкованій платі. Для цього використаємо програму EasyEDA. Схема в програмі матиме вигляд зображений на рисунку 2.32, схема розташування елементів на рисунку 2.33, макет друкованої плати на рисунку 2.34, 3 Д модель друкованої плати на рисунку 2.35.

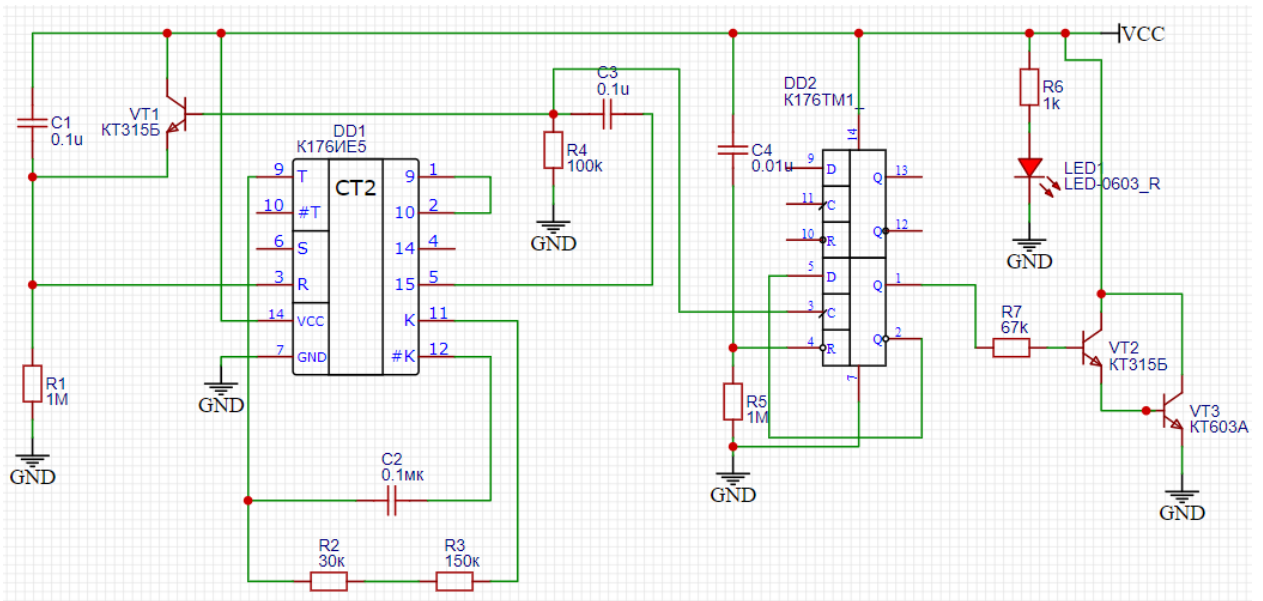


Рисунок 2.32 – Схема принципова в EasyEDA

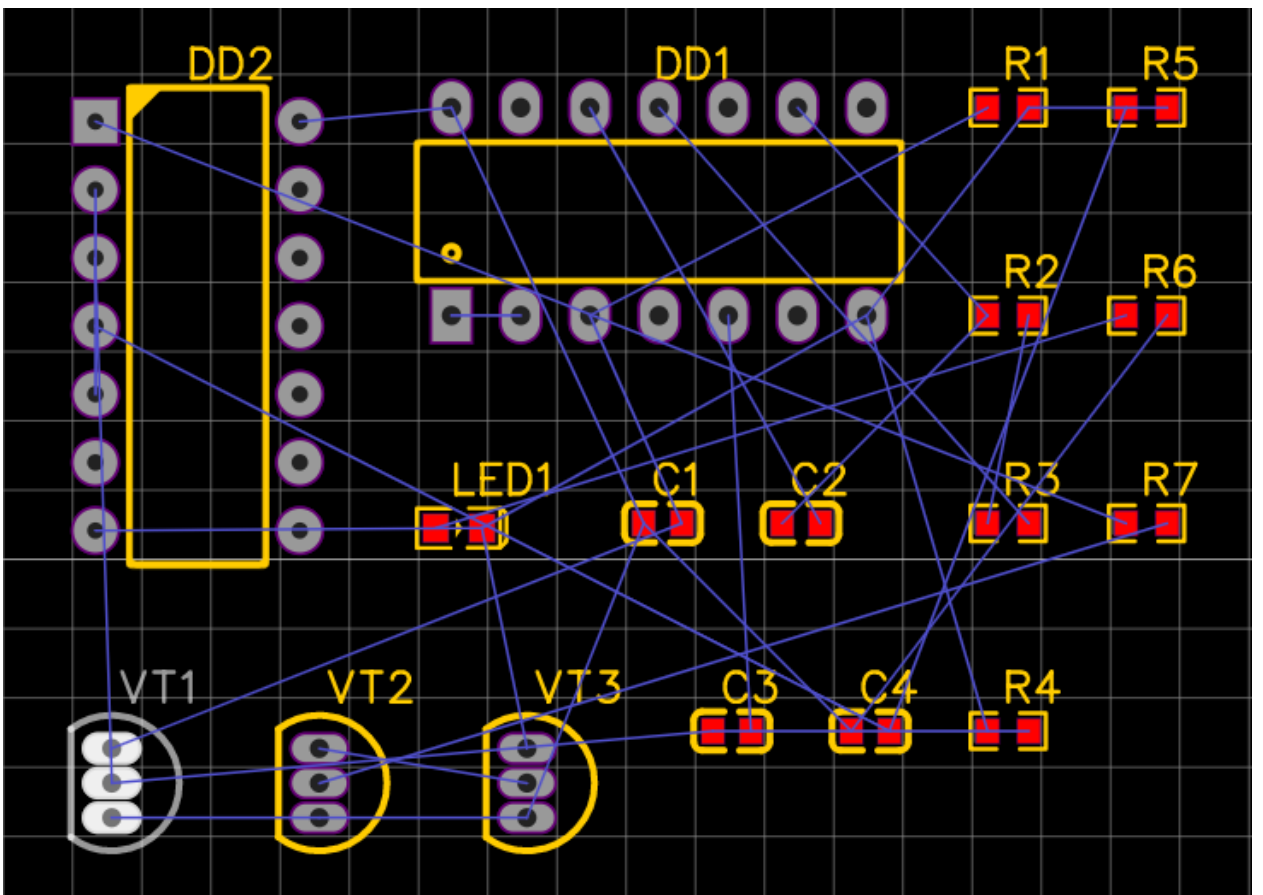


Рисунок 2.33 – Схема розташування елементів на друкованій платі

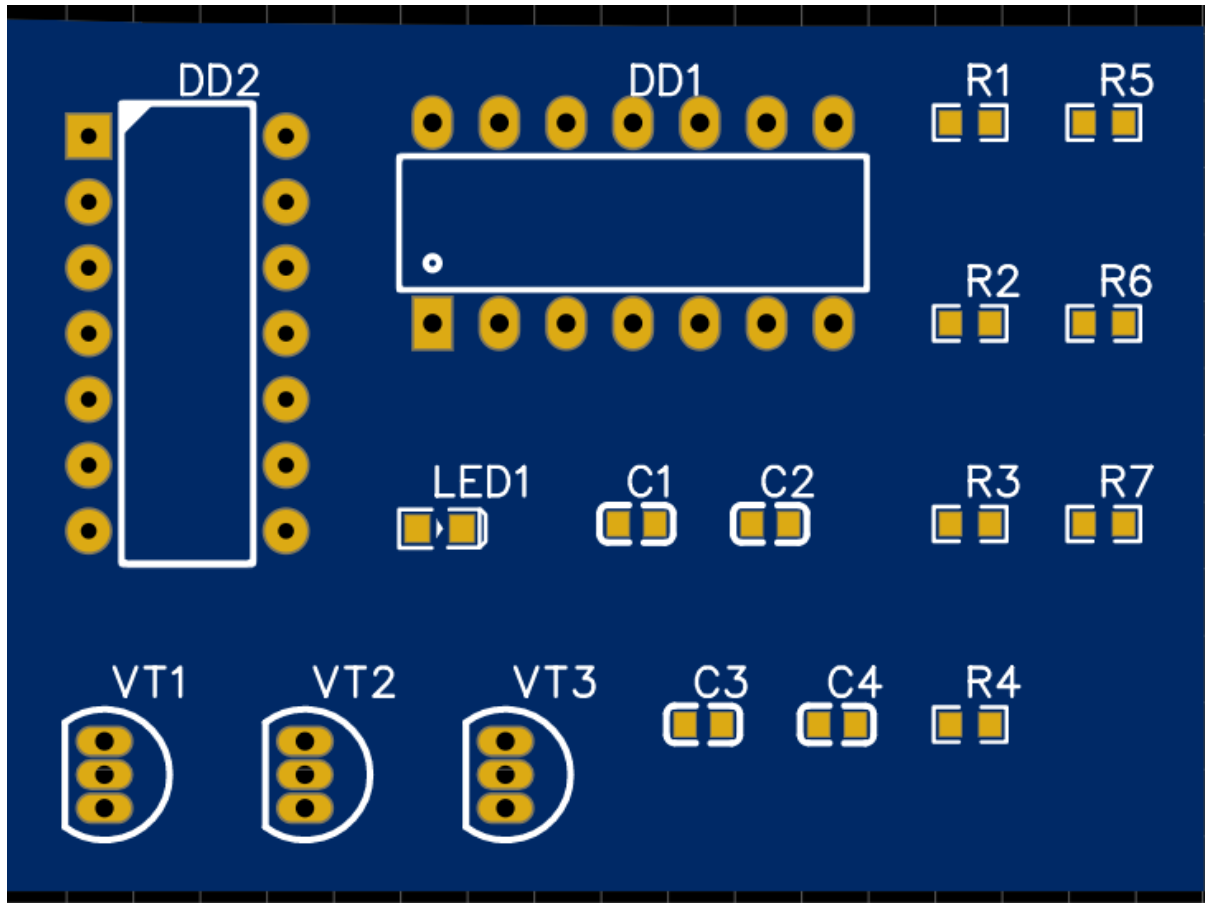


Рисунок 2.34 – Макет друкованої плати

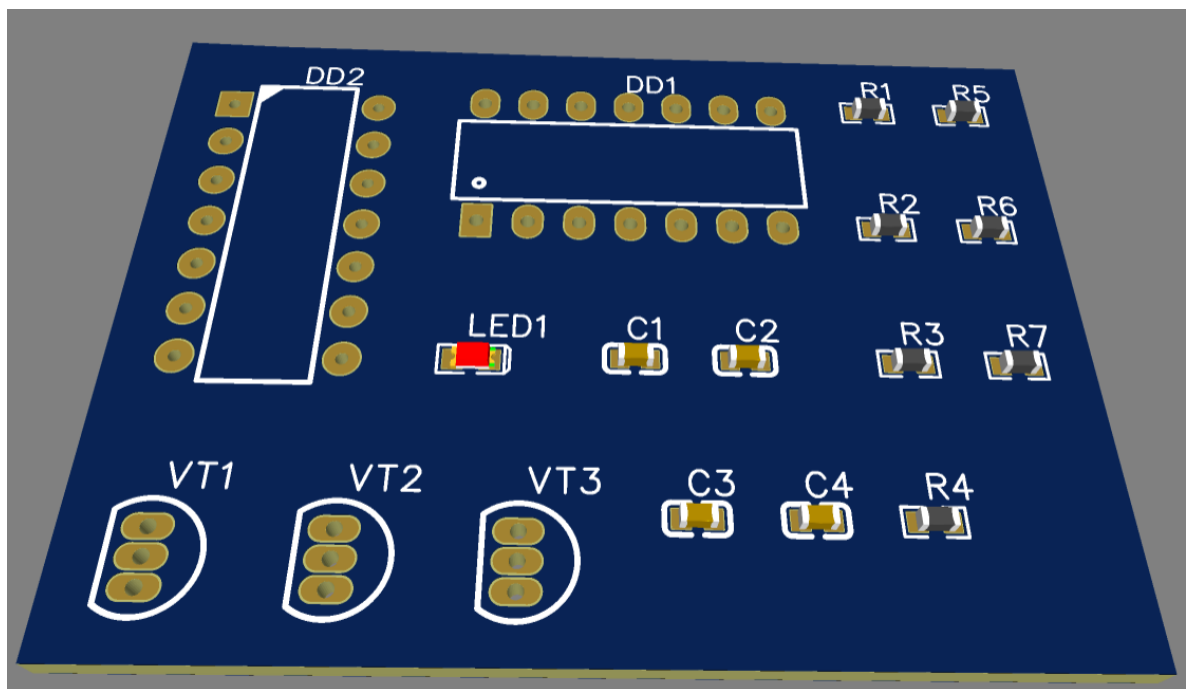


Рисунок 2.35 – 3Д модель друкованої плати

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

З метою подальшого вдосконалення профілактики та боротьби з новою коронавірусною інфекцією, ефективного зменшення ризику поширення нового коронавірусу в медичних закладах та регулювання поведінки медичного персоналу, повинен бути спеціально сформульований технічний посібник.

#### 3.1 Основні вимоги

1) Розробити плани надзвичайних ситуацій та процедури роботи. Медичні установи повинні неухильно виконувати постанову № 641 «Про встановлення карантину та запровадження посилених протиепідемічних заходів на території із значним поширенням гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2» (Міністерство охорони здоров'я України [17.09.2020] № 2122), виходячи з етіологічних особливостей нового коронавірусу, поєднуючи джерело інфекції, шлях передачі та сприйнятливості населення, умови діагностики та лікування встановлюють механізм раннього попередження, формують плани надзвичайних ситуацій та робочі процедури.

2) Провести повне навчання персоналу. Визначте зміст навчання різного персоналу відповідно до посадових обов'язків, особливо для відділень підвищеного ризику, таких як клініки лихоманки, клініки внутрішніх хвороб, педіатричні клініки, відділення невідкладної допомоги, відділення інтенсивної терапії та відділення дихання. Контролюйте знання, методи та навички для

досягнення раннього виявлення, раннього звітування, ізоляції, діагностики, лікування та контролю.

3) Добре захищати медичний персонал. Медичні установи повинні стандартизувати дезінфекцію, ізоляцію та захист і зберігати кваліфіковані та достатні захисні матеріали, такі як продукти дезінфекції та медичні хірургічні маски, медичні захисні маски, ізоляційні халати, окуляри та інше захисне обладнання, щоб забезпечити особистий захист медичного персоналу. На основі суворого впровадження стандартної профілактики посилити запобігання та контроль контактної передачі, крапельної передачі та повітрянокрапельної інфекції. Правильний підбір та носіння масок і гігієна рук є ключовими заходами для профілактики та боротьби з інфекціями.

4) Зверніть увагу на стан здоров'я медичного персоналу. Медичні заклади повинні раціонально розподіляти людські ресурси та графік роботи, щоб уникнути перевтоми медичного персоналу. Забезпечте поживні страви для зміцнення імунітету медичного персоналу. Відповідно до характеристик роботи та результатів оцінки ризику проводиться активний моніторинг стану здоров'я, включаючи температуру тіла та симптоми дихання. Були вжиті різні заходи для забезпечення того, щоб медичний персонал надавав медичні послуги пацієнтам у здоровому порядку.

5) Посилити нагляд за інфекціями. Створюйте ранні попередження та прогнози, посилюйте нагляд і вказівки щодо запобігання та боротьби з інфекціями, виявляйте приховані небезпеки та вчасно вносьте зміни. Коли буде виявлено пацієнта з пневмонією, у якого підозрюють або підтвердили новий тип коронавірусної інфекції, про це слід своєчасно повідомляти до відповідних вимог, а інформацію повідомляти протягом 2 годин, а також виконувати відповідну роботу з обробки.

6) Проведіть очищення та дезінфекцію. Відповідно до правил «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» (Міністерство охорони здоров'я України [11.08.2014] № 552), слід посилити вентиляцію діагностичного та

лікувального середовища. Медичні заклади з умовами можуть проводити дезінфекцію повітря або бути обладнаними циркуляційним обладнанням для дезінфекції повітря. Суворо виконувати роботу з очищення та дезінфекції діагностичного та лікувального середовища (повітря, поверхня, земля тощо), медичного обладнання, матеріалів для пацієнтів тощо. Обробляти дихальні виділення пацієнта, екскременти та блювоту. Заключна дезінфекція.

7) Посилити управління відвідуваннями пацієнтів. Медичні заклади повинні добре попрацювати з веденням пацієнтів, які звертаються за лікуванням, і мінімізувати скупчення пацієнтів, щоб зменшити ризик госпітальної інфекції. У разі виявлення пацієнта з підозрою або підтвердженням інфікування коронавірусом нового типу вживаються заходи щодо ізоляції або контролю передачі інфекції відповідно до законодавства, а також медичні спостереження та інші необхідні запобіжні заходи для супроводження пацієнта та інших тісні контакти відповідно до нормативних документів. Якщо пацієнт не здатний до лікування, він повинен бути негайно направлений до лікувального закладу, здатного пройти діагностику та лікування.

8) Посилити навчання пацієнтів. Медичні заклади повинні активно проводити навчання пацієнтів та осіб, які їх супроводжують, щоб вони зрозуміли знання щодо захисту від нового коронавірусу та навчили їх мити руки, етикет від кашлю, медичне спостереження та домашню ізоляцію.

9) Посилити управління спалахами інфекції. Суворо впроваджувати в медичних установах різні правила та системи профілактики та боротьби з інфекціями, щоб мінімізувати ризик спалахів інфекції. Після того, як підозрюється спалах або спалах нової коронавірусної інфекції, медичні установи повинні своєчасно повідомляти відповідно до правил, а також активувати плани надзвичайних ситуацій відповідно до стандартів і процедур, а також співпрацювати з розслідуваннями.

10) Посилити управління медичними відходами. Медичні відходи, що утворюються пацієнтами з діагнозом або підозрою на нову коронавірусну

інфекцію, включаються до поводження з інфекційними медичними відходами, а відповідні положення "Правил поводження з медичними відходами" (Міністерство охорони здоров'я України [08.06.2015] № 325) суворо дотримуватися для стандартизованої утилізації.

## 3.2 Електробезпека

### 3.2.1 Характеристика виробничого приміщення

У медичних лабораторіях невід'ємною частиною всього обладнання є електричні прилади та інші електроспоживачі. Через неправильну роботу електроустановок трапляються випадки ураження електричним струмом для працівників.

Такі приміщення відносяться до частково небезпечних приміщень з небезпекою ураження електричним струмом, оскільки мають чотири особливості, притаманні приміщенням з підвищеною небезпекою[10].

По безпеці ураження струмом всі виробничі приміщення підрозділяють на три категорії:

а) особливо небезпечні, що характеризуються наявністю одного з 5 ознак:

1) струмопровідні підлоги;

2) струмопровідна пил;

3) вогкість;

4) висока температура повітря (30°C);

5) можливість одночасного дотику до металевого корпусу електрообладнання і до металоконструкцій, яких з'єднання з землею.

б) з підвищеною небезпекою, мають два і більше ознаки підвищеної небезпеки або одна з ознак особливої небезпеки:

- 1) особливу вогкість;
- 2) хімічно активне середовище.

в) без підвищеної небезпеки - приміщення, в яких відсутні ознаки підвищеної і особливої небезпеки [11].

Захисні заходи проти ураження електричним струмом створюються з урахуванням значення струму, прийнятного для людини в даний момент часу та шляху його проходження через тіло.

### 3.2.2 Забезпечення нормального повітряного середовища

У медичних приміщеннях рекомендовано створити сприятливі умови праці з точки зору мікроклімату. Сприятливі умови праці характеризуються температурою 16–18 °С за розумової або легкої м'язової роботи, 14–17 °С за роботи із переважним витрачанням м'язових зусиль, відносною вологістю 60–80 %, швидкістю руху повітря 0,3 м/с.

Температура, вологість та швидкість руху повітря встановлюються у межах робочої зони (до 2 м над рівнем робочого майданчика, на якому працює робітник).

У приміщеннях для забезпечення сприятливих умов праці застосовується природня вентиляція, механічна або змішана незалежно від ступеня забруднення атмосфери у робочих та допоміжних приміщеннях. Для механічної вентиляції рекомендовано застосовувати вентилятори із маслофільтрами. Рекомендовано використовувати кондиціонери для підігріву повітря взимку і охолодження його влітку.



### 3.3 Захист від шуму та вібрації

#### 3.3.1 Захист від шуму

Згідно з ГОСТ 12.1.003–76 при розробці технологічних процесів, проектуванні, виготовленні та експлуатації машин, виробничих будівель та споруд, а також при організації робочого місця потрібно приймати всі необхідні 95 заходи зі зменшення шуму, що діє на людину на робочих місцях, до значень, що не перевищують допустимі, і здійснювати це зменшення:

1) технічними заходами боротьби із шумом (зменшення шуму машин у джерелі; застосуванням технологічних процесів, за яких рівні звукового тиску на робочих місцях не перевищують допустимі рівні тощо);

2) будівельно-акустичними заходами, що передбачають при проектуванні підприємств, будівель та споруд різного призначення за нормативнотехнічними документами;

3) застосуванням дистанційного управління шумними машинами;

4) застосуванням засобів індивідуального захисту за ГОСТ 15762–70;

5) організаційними заходами (вибором раціонального режиму праці та відпочинку, скороченням часу знаходження у шумних умовах, лікувальнопрофілактичними та іншими заходами).

Для захисту від шуму будівельно-акустичними методами пропонується передбачити наступні заходи: застосування звукоізоляції огорожуючих конструкцій; ущільнення за периметром вікон, воріт, дверей; влаштування звукоізоляції місць перетину огорожуючих конструкцій інженерними комунікаціями; влаштування звукоізоляційних кабін спостереження та дистанційного керування; влаштування укриттів, кожухів; застосування звукопоглинальних конструкцій та екранів; застосування глушників шуму, звукопоглинального облицювання у газоповітряних трактах вентиляційних

систем із механічним спонуканням та систем кондиціонування повітря та газодинамічних установок.

### 3.3.2 Захист від вібрації

Для боротьби з вібрацією пропонується використовувати наступні організаційні заходи: виключення із технологічного процесу віброактивного обладнання; дистанційне керування віброактивним обладнанням із кабін та пультів; застосування засобів індивідуального захисту від вібрацій та проведення санітарно-профілактичних заходів для робітників, що мають контакт із віброінструментом або обладнанням.

При проектуванні приміщень з електричними приладами рекомендовано застосовувати основні технічні заходи, що включають: правильне проектування масивних фундаментів під віброактивне обладнання з урахуванням динамічних навантажень; ізоляцію фундаментів під віброактивне обладнання від несучих конструкцій та інженерних комунікацій; активну та пасивну віброізоляцію віброактивного обладнання та робочих місць; застосування вібропоглинальних гумових покриттів та мастик для облицювання вібруючих поверхонь комунікацій.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз ситуації з COVID 19 в світі показав доцільність іонізації повітря, а аналіз цього процесу – в розробці циклічного таймеру для контролю процесу іонізації повітря, якій буде надійно захищати користувачів від надлишкової концентрації аероіонів в повітрі.

Розроблено циклічний таймер для контролю над процесом іонізації повітря на основі лічильника K176 IE5. Була розроблена схема розміщення циклічного таймеру на друкованій платі, за допомогою програмного забезпечення Easy EDA.

Запропонований прилад має наступні переваги:

- контроль за часом іонізації повітря;
- в схемі використовується жорстка логіка, що робить її незалежною від програмного забезпечення і більш стабільною;
- механічне перемикання живлення на іонізатор;
- відносна простота схеми;
- відносна дешевизна схеми;
- простота заміни елемента;
- в схемі не використовується кварцовий генератор.

Рекомендується для використання в іонізаторах для медичних закладів, аеропортів, та в домашніх умовах.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. URL: <https://techhome.kiev.ua/uk/news/covid-2019-ionization/>
2. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81>.
3. URL: <https://tut-cikavo.com/tekhnohii/vynakhody/694-evolyutsiya-godinnikiv>.
4. URL: <https://tion.ru/blog/chto-takoe-ionizatsiya-vozduha/>.
5. URL: <https://mircli.ru/news/obzor-vidov-ionizatorov-vozduha/>.
6. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/138-1.pdf>.
7. URL: [http://www.td-timer.ru/info/articles/4to\\_takoe\\_timer.htm](http://www.td-timer.ru/info/articles/4to_takoe_timer.htm).
8. URL: <https://www.computer-museum.ru/technlgy/prolect/mp/timer.htm>.
9. Верьовкін, М.В. Світанько, Є.М. Кісельов, С.Л. Хрипко. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.
10. Євграфова, Н., Величко, Н., Володченко, І. Ноксологія в хімічній освіті студентів медичних ВНЗ. Київ, 2021. С.23–26.
11. Правила улаштування електроустановок: затв. Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 20 червня 2014 р. №469. С. 793.
12. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М., Туряб Л. В., Лико Х. І. Практикум із охорони праці: Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 345с.
13. Терещенко М.М., Гончаренко М.А. Тези для доповіді наукової конференції «Topical issues of modern science, society and education», Харків, 2021, 396-399с.
14. Терещенко М.М. Тези для доповіді наукової конференції «Сучасний рух науки», Дніпро, 2021, 218-220 с.
15. Терещенко М.М. Тези для доповіді наукової конференції «Молода наука», Запоріжжя, 2021, 46-47 с.

