

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Детектор високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

_____ Балушевський О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Яськів В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Паляниця Ю.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Дунець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Балушевському Олегу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Детектор високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера

Керівник роботи Яськів Володимир Іванович, д.т.н. доц.

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-575.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

та вихід на міську телефонну лінію. _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основна частина

2. Охорона праці та безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема

2. Схема електрична принципова

3. Плата друкована

4. Друкований вузол.

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Детектор високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера». Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ ім. І. Пулюя, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2023р. //с.-52, рис.-27, табл.-11.

Ключові слова: лічильник Хейгера, КМОП технологія

У головній частині роботи було розкрито призначення, застосування та технічні вимоги до розробленого радіопристрою. Детально описано вибір елементів, принцип роботи за електричною схемою та проведений аналіз цієї схеми. Виконано розрахунок електричних параметрів окремих каскадів та обґрунтовано вибір конструкції, яка детально описана. Також проведено розрахунок надійності пристрою, аналізувалася технологічність конструкції та розроблено маршрутну-операційну технологію складання і монтажу друкованого вузла.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи детально розглянуто основні етапи проектування та застосування радіотехнічної апаратури, досліджено його важливі аспекти.

ABSTRACT

The topic of the qualification work: "Detector of high-energy radiation based on the Hager counter." Bachelor's qualifying thesis // TNTU named after I. Pulyuya, FPT faculty, RAs-41 group. // Ternopil, 2023. //p.-52, fig.-27, table-11.

Key words: Hager counter, CMOS technology

In the main part of the work, the purpose, application and technical requirements for the developed radio device were disclosed. The selection of elements, the principle of operation according to the electrical scheme and the analysis of this scheme are described in detail. The electrical parameters of individual cascades were calculated and the choice of the structure, which is described in detail, was justified. The reliability of the device was also calculated, the manufacturability of the structure was analyzed, and the route-operational technology of assembly and installation of the printed unit was developed.

In the course of the qualification work, the main stages of the design and application of radio equipment were considered in detail, and its important aspects were investigated.

Зміст

Вступ.....	7
1. Основна частина.....	9
1.1 Аналіз завдання.....	9
1.2 Структурна схема та її особливості.....	9
1.3 Опис схеми ЕЗ	10
1.4 Компоновка виробу і опис матеріалу.....	13
1.5 Елементна база, критерії вибору елементів	13
1.6 Розрахунок РС-фільтра	34
1.7 Опис ДП	36
2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	38
2.1 Способи проведення штучного дихання та масажу серця.....	38
2.2 Заходи щодо автоматизації виробничих процесів, які сприяють.....	
покращенню умов праці.....	40
Висновки.....	44
Список використаних джерел.....	45
Додатки.....	47

					БОР 2.893.001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Балушевський О.Р.</i>			Директор високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевіриє</i>		<i>Яськів В.І.</i>					6	57
<i>Рецензент</i>						Гр. РАС- 41		
<i>Н.Контроль</i>		<i>Паляниця Ю.Б.</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Дунець В.Л.</i>						

Вступ

Вже давно не проблема придбати прилад під назвою "побутовий дозиметр", але цікаво збирати електронні пристрої своїми руками. Індикатор інтенсивності іонізуючого випромінювання розроблений на широко поширених мікросхемах КМОП без застосування мікроконтролера. Йому не потрібен вимикач живлення, а перемикач між вимірювань при підвищених рівнях радіації відбувається автоматично.

Проектований пристрій має відносно просту схему, дешевизну конструкції, широкий асортимент застосовуваних комплектуючих.

Крім того даний пристрій є доцільним не тільки з точки зору схемотехніки та конструкції, а й економічних затрат, тобто прилад відповідає вимогам кваліфікаційної роботи, а отже тема даної кваліфікаційної роботи є на даний час важливою та актуальною.

Радіотехніку використовують у різних галузях народного господарства: в космічних дослідженнях, в авіації, на флоті, в медицині, метеорології, геології, промисловості, сільському господарстві. На сьогоднішній день ні одна експериментальна наука не може обійтись без використання спеціальних, часто досить складних радіоелектронних пристроїв. Достатньо назвати такі, як прискорювачі елементарних частинок, електронні мікроскопи, стандарти частоти і часу, надчутливі індикатори електромагнітного випромінювання. Технічні засоби радіотехніки є основою не тільки всіх видів електрозв'язку і радіозв'язку, безмежного світу цифрових пристроїв, автоматичних систем управління, але і електроенергетики. Таке широке використання електромагнітної енергії пояснюється простотою перетворення її із одного виду в інший, простотою передачі практично на будь-які відстані і можливістю концентрації з величезною густиною.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Ще важче відобразити сучасний стан розвитку радіотехніки. Прогрес настільки стрімко розвивається, що відомості, якими ми володіли вчора, сьогодні стають безнадійно застарілими. Інформація про нові досягнення в галузі радіотехніки та радіотехніки надходить безперервно.

Сучасна радіоелектроніка розвивається в напрямку мікропроцесорної техніки, здавалося б звичайний холодильник пральна машинка, чи годинник, а в них вже є процесори які відповідають рівню ПК кінця 20-ого століття. Але це тільки мала частина від того що розробляється в сучасній електроніці, а це і роботи з дуже високим рівнем інтелекту, і фото, відео, аудіо побутова техніка з високим рівнем мініатюризації і великими функціональними можливостями, і засоби зв'язку з можливістю бачити на моніторі свого співрозмовника, і багато іншої цифрової техніки.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Основна частина

1.1 Аналіз завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

- Час роботи акумулятора35 діб;
- Струм який споживається виробом.....100 мА;
- Типи і види вимірювань1000 мкР / год, 10 і 100 мР / год;
- Напряга яка споживається виробом..... 1 ... 4,2;
- Температурний режим - 10...+30°C;
- Вологість при якій пристрій може працювати 80%.
- Типорозміри виробу.....135*165*55;
- Вага.....300г

1.2 Структурна схема та її особливості

У схемі присутні такі блоки: блок живлення з напругою +3,7 В, блок живлення, високовольтний перетворювач для живлення лічильника Хейгера, вимірювачі іонізуючого випромінювання та блок цифрової індикації. Деталі можна побачити на рисунку 1.1.

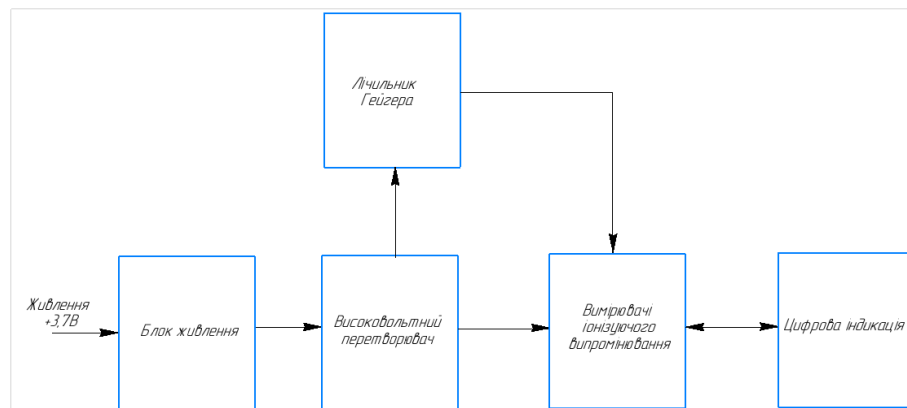


Рисунок 1.1 — Схема електрична структурна детектора високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.3 Опис схеми ЕЗ

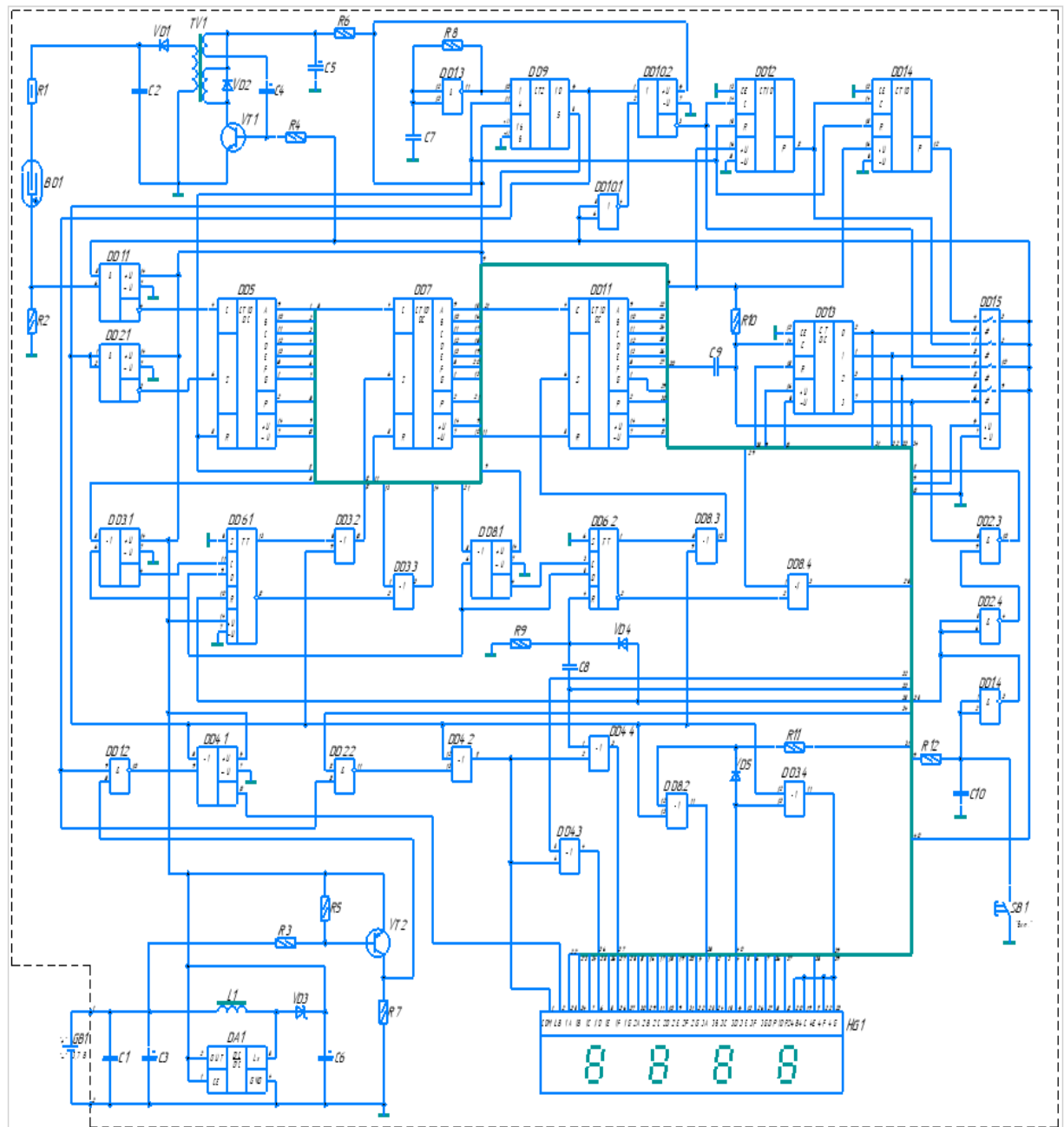


Рисунок 1.2 – Схема електрична принципова детектора високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера

У рис. 1.2 зображена схема індикатора інтенсивності іонізуючого випромінювання. Для живлення лічильника Хейгера ВД1 СБМ-20 використовується високовольтний перетворювач (ВВ-перетворювач), який має транзистор VT1 та трансформатор TV1 і працює з напругою 400 В при

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БОР 2.893.001 ПЗ

Арк.

10

робочій частоті приблизно 45 Гц. Мікросхеми DD1-DD15 забезпечують вимірювання іонізуючого випромінювання і виведення результатів на екран РКІ HG1. Мікросхема DA1 містить блок живлення (БП), який перетворює напругу акумулятора або гальванічного елемента G1 в напругу живлення 5 В для мікросхем DD1-DD15. Детектор зниження напруги знаходиться на транзисторі VT2 і його опис наведений в [3].

При зниженні напруги на Li-Ion акумуляторі до 3,3 В, на колекторі транзистора виникає високий рівень, що активує елементи DD2.2 і DD4.1, які викликають змінне висвітлення і гасіння знака "LB" на екрані РКІ кожні 0,75 с, що показує необхідність зарядки акумулятора.

Перед кожним вимірюванням потрібно натиснути кнопку SB1 "Пуск". Це призводить до появи імпульсу обнулення на виходах логічних елементів DD1.4 і DD2.3, яке скидає всі лічильники і тригери. Тривалість цього імпульсу визначається значеннями ланцюга R12C10 і складає 0,5 с після відпускання кнопки. За цей час ВВ-перетворювач запускається і надійно працює.

На логічному елементі DD1.3 знаходиться тактовий генератор з частотою близько 1,3 кГц.

Сигнали на виходах 5 і 10 лічильника DD9 використовуються для управління роботою всього індикатора згідно з заданим алгоритмом.

Сигнал з виходу 5 лічильника з частотою близько 40 Гц використовується для подачі напруги збудження на вивід СОМ РКІ та відображення необхідної інформації на екрані за допомогою відповідних виходів лічильників і логічних елементів.

На екрані відображаються розрядження джерела живлення (як згадувалося раніше), інтенсивність випромінювання, одиниці виміру та знаки десяткового дробу. Імпульси на виході елемента "АБО-НІ" DD10.2 та на виходах перенесення Р лічильників DD12, DD14 формуються після сигналу обнулення тривалістю 0,37, 3,7 і 37 с, які визначають час вимірювання.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Вибір інтервалу вимірювання залежить від лічильника DD13, який відкриває відповідний ключ чотириканального комутатора DD15.

Спочатку на виході 0 лічильника встановлений високий рівень, тому на об'єднаних виходах комутатора виділяється інтервал 37 с.

Під час вимірювання цей рівень дозволяє проходження сигналів від лічильника DD9 на вихід логічного елемента DD10.2 та імпульсів реєстрації частинок лічильником Хейгера через логічний елемент DD1.1, а також гасить висвітлення одиниці виміру на екрані РКІ в крайньому правому розряді і через резистор R підтримує роботу ВВ-перетворювача.

Імпульси з виходу елемента DD1.1 надходять на вхід трьохдекадного лічильника DD5, DD7, DD11. Рахунок імпульсів відображається на РКІ. Логічні елементи "виключне АБО" DD3.1-DD3.3, DD8.1-DD8.3 та D-тригер DD6 забезпечують гасіння незначних нулів після сигналу обнулення. На початку рахунку гасіння на входах S лічильників DD7, DD11 використовуються неінвертовані сигнали з виходу 5 лічильника DD9. На виводі COM РКІ ці сигнали інвертуються.

На екрані РКІ спостерігається "інверсія нулів": висвітлення сегментів відбувається. Для гасіння цих сегментів використовуються логічні елементи DD3.3 і DD8.3. При надходженні десятого імпульсу лічильник DD7 перемикає тригер DD6.1 в стан високого рівня, і висвітлення знаків нормалізується на виходах лічильника 008.

Так само, при надходженні імпульсів лічильника DD7, тригер DD6.2 перемикається, і висвітлення знаків нормалізується в лівому розряді РКІ. Цей процес повторюється при наступному натисканні кнопки.

Після закінчення інтервалу вимірювання тривалістю 37 сигнали з виходу 5 лічильника DD9 дозволяють елементу DD3.4 пропускати без інверсії. Сегменти 4В, 4Е, 4Е і 4Е на РКІ відображаються буквою "μ".

Це означає, що вимірювання завершено і інтенсивність вимірювання в мкР / год.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.4 Компоновка виробу і опис матеріалу

При створенні продукту одним із важливих аспектів є його компоновання. Це включає такі ключові фактори, як дизайн, конструкція, зручність в експлуатації та ремонті. Щоб досягти оптимального результату, варто звернути увагу на загальні вимоги до розміру плати та вибір матеріалів.

Технологія виготовлення має велике значення для загального розміру плати, часто обмеженого стандартами та типовими розмірами. Це сприяє стандартизації інструментів та обладнання. Використання прямокутної форми плати без зайвих вирізів та виступів дозволяє знизити витрати на виробництво і ефективно використовувати матеріали. Згідно стандарту ДСТУ 10317-72 рекомендований тип плати зі співвідношенням сторін 1:1:2:1, максимальною шириною не більше 500 мм і рекомендованою товщиною від 0,8 до 3 мм.

При наявності контактних клем для електричних радіокомпонентів, їх слід встановити у відповідні отвори на друкованій платі. Виводи повинні бути зігнуті під кутом 60 градусів, розрізані в контактних майданчиках і спаяні за допомогою пайки "хвиля".

Оптимальне розташування корпусів мікросхем на друкованій платі має велике значення для розмірів, ваги, надійності та екранування виробу. Крок установки інтегральних мікросхем залежить від щільності розміщення, температурних умов експлуатації компонентів, методу розробки топології плати (ручний або автоматичний), типу корпусу та складності електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС становить 2,5 мм.

1.5 Елементна база, критерії вибору елементів

Під час вибору компонентів для нашого проекту, ми маємо декілька основних критеріїв, які варто враховувати. Ці критерії включають:

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Відповідність номіналів елементів, зазначених у схемі електричній принциповій. Ми маємо переконатись, що обрані елементи відповідають потрібним параметрам та характеристикам.

Наявність даних елементів на виробництві. Важливо переконатись, що обрані елементи доступні та можуть бути легко знайдені на ринку або у нашому постачальнику.

Технічні вимоги, що ставляться до конструкції. Ми повинні врахувати технічні вимоги, які впливають на вибір елементів, забезпечуючи, що вони підходять для нашого проекту.

Економічна вигода. Потрібно враховувати економічні фактори та вибирати компоненти, які відповідають нашому бюджету та забезпечують оптимальну вартість виробництва.

Універсальність радіоелементів. Важливо вибирати елементи, які можуть бути використані в різних проектах або мають широкий спектр застосування.

Стабільність параметрів. Ми маємо враховувати стабільність параметрів обраних елементів, щоб забезпечити надійну та стабільну роботу нашого виробу.

Мінімальна кількість розмірів корпусів. Ми стараємося обрати елементи, які дозволяють мінімізувати кількість розмірів корпусу, щоб забезпечити компактність та зручність виробу.

Наприклад, для електролітичного конденсатора ми використовуємо тип b41828-16 В- 10% "Epcos", який є оксидно-електролітичним алюмінієвим конденсатором. Хоча він може мати відхилення ємності, це все ж дозволяє забезпечити необхідні параметри для нашого виробу.

Використання такого типу конденсатора спрощує процес виготовлення виробу та забезпечує автоматизацію. Вони також можуть використовуватись як фільтруючі елементи для нашого проекту.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

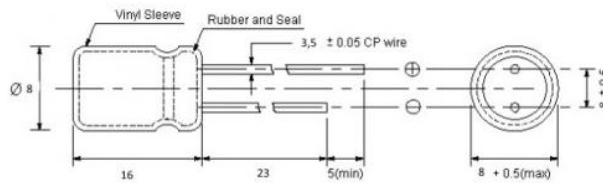


Рисунок 1.3 – Габаритні розміри конденсатора b41828

Основні параметри конденсаторів:

- Середня напруга16 В;
- Середня ємність4,7...2200 мкФ;
- Відхилення від номінальної ємності..... ± 20%
- Гарантія2000 г;
- Температурний режим-55 ... 105 ° С;
- Кут тангенса,%0,14.

Тип MFP Уаgeo, зображений на рисунку 1.4 як R1-R12, є ідеальним варіантом для вибору постійних резисторів. Вони відрізняються надзвичайно стабільними параметрами, незначною залежністю опору від температури, частоти та напруги. Крім того, вони мають компактні розміри та високу надійність. Ці резистори призначені для ефективної роботи в електричних колах з постійним, змінним та імпульсним струмами (див. рисунок 1.4).

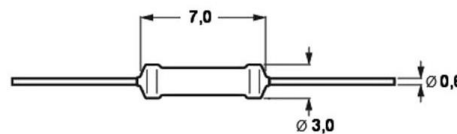


Рисунок 1.4 – Розміри в габариті резистора MFP Уаgeo

Допустимі характеристики:

- стабільна потужність, Вт..... 0,125;
- відхилення опору, Ом.....1...10·10⁶;
- відсоткове відхилення, %.....±10;
- максимально допустима напруга, В.....200;
- температурний режим, °С..... -60.....+70.

b37979 "Ercos"-C1, C7-C10 є керамічними конденсаторами постійної ємності. Вони призначені для надійної роботи в колах з постійним та змінним струмами, а також в режимах імпульсів. У цьому пристрої вони виконують різноманітні функції, включаючи формування тривалості імпульсів скидання та запуску контуру, роздільну роль конденсаторів та використання в коливальних контурах. Ці конденсатори мають компактні розміри, низьку вартість та високу доступність. Вони також мають відмінні електричні параметри. Відмінною рисою цих конденсаторів є їх легка доступність, в порівнянні з іншими конденсаторами з подібними або схожими параметрами та характеристиками.

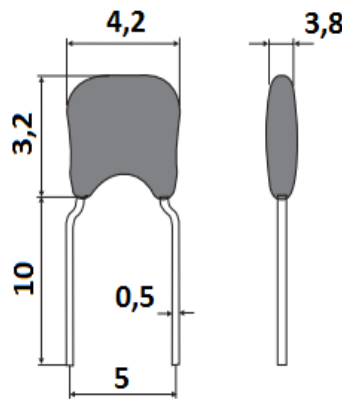


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри конденсатора b37979

Основні параметри:

- робоча напруга.....50В;
- відхилення ємності від номінального значення.....±10%;
- інтервал робочих температур.....-40°С...+100°С;
- температурний коефіцієнт ємності.....+3,3%;
- відносна вологістьдо 98%;
- діапазон тиску.....6,6-2942гПа;
- діапазони ємностей.....5нФ – 0,1мкФ;
- група ТКЄ:.....Н20.

У даній схемі використовуються діоди VD1-VD2, VD4, VD5 (1N4148) для надійного захисту світлодіодного індикатора (рисунок 2.4). Ці діоди відзначаються своєю доступністю та компактним корпусом DO-35, що робить їх одними з найпопулярніших в своєму класі. Чорне кільце, нанесене на бік катоду, є характерною міткою. Даний діод виробляється багатьма десятками, а можливо, навіть сотнями компаній-виробників.

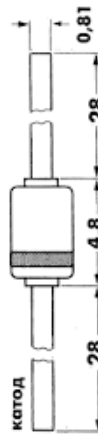


Рисунок 1.6 – Граничні розміри діода 1N4148

Параметри діода 1N4148:

- матеріал.....кремній;
- корпус..... DO-35;
- максимальна імпульсна зворотна напруга.....120В;
- максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм.....0,2А;
- максимально допустимий прямий імпульсний струм.....0,45А;
- максимальний зворотній струм.....5 мкА;
- максимальна пряма напруга.....1В;
- максимальний час зворотного відновлення.....0,004мкс;
- діапазон робочих температур.....-65...+150°С.

Конденсатор В32529С1102J000-С2, який є металізованим плівковим конденсатором, має унікальну властивість практично необмеженого самовідновлення. Це означає, що можливість виникнення короткого

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

замикання майже виключена. Крім того, ці конденсатори відповідають вимогам великих імпульсних струмів, високого рівня пульсацій і мають тривалий термін служби. Вони відносяться до серії конденсаторів загального застосування В32520 ... В32529, з номінальною постійною напругою від 63 до 630 В.



Рисунок 1.7 – Конденсатор В32529С1102J000

Технічні характеристики:

Типb32529;
 Робоча напруга змінна, В63;
 Робоча напруга постійна, В100;
 Середня ємність, мкФ0,01;
 Відхилення,%5;
 температурний режим, С-55 ... 100;
 Відстань між висновками F, мм..... 5;
 Вага, г0.25.

ВД1-СБМ 20-1 є надзвичайно популярним лічильником серед дозиметрів для побутового використання. Цей лічильник є модернізованою версією відомого лічильника Гейгера-Мюллера. Він має високу чутливість до гамма-випромінювання та.



Рисунок 1.8 – Лічильник СБМ 20-1

Параметри лічильника СБМ 20-1:

Максимальна напруга400 В;
 Відхилення напруг350-475 В;
 Напрацювання2x1010імп.;
 Опір анода5,1 МОм;
 Температурний коефіцієнт..... -50 ... 70 ° С;
 Критичні розміри108 мм x d10 мм.

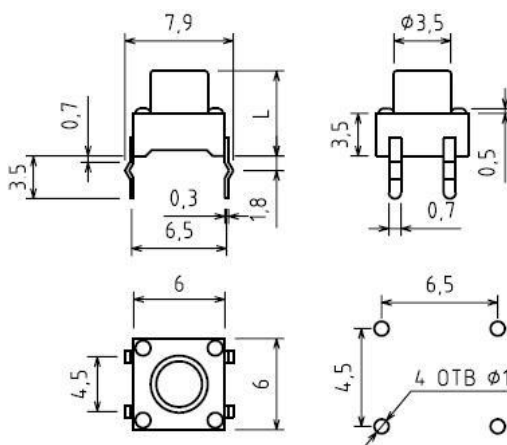


Рисунок 1.9 – Критичні розміри кнопок KLS7-TS6601

Параметри кнопок:

Вид:Кнопки тактові;
 Вивідна:ТНТ;

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Розмір, mm:12x12 mm;
 Висота, mm:12 mm;
 Контакти:SPST-NO;
 Алгоритм роботи:OFF- (ON).

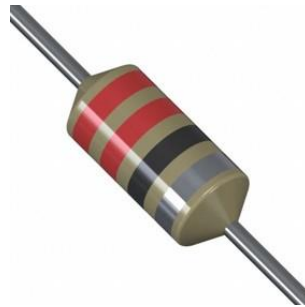


Рисунок 1.10 – Зовнішній вигляд дроселей B82141A1102K000-330
 мкГн "EPCOS"-L1

Технічні параметри:

Температурний коефіцієнт, С-55 ... 125;
 Тип встановленняв отвір;
 Пікова індуктивність, мкГн..... 1;
 Допуск номінальної індуктивності,%10;
 серіяb82141a;

Діоди Шотткі 1N5818-VD3 представляють собою напівпровідникові пристрої, що виділяються своїм низьким падінням напруги при прямому зворотному замиканні. Вони використовують особливий метал-напівпровідниковий перехід, відомий як бар'єр Шотткі, який дозволяє пропускати електричний струм тільки в одному напрямку.

Діоди Шотткі 1N5817, 1N5818 і 1N5819 знаходять широке застосування в інтегральній мікроелектроніці, де вони використовуються для шунтування переходів транзисторів, у високочастотних імпульсних випрямлячах, блоках живлення аналогової та цифрової апаратури, зарядних

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

пристроях для батарей, конверторах, детекторах нейтронного випромінювання, сонячних батареях, а також в якості приймачів для альфа і бета випромінювання.

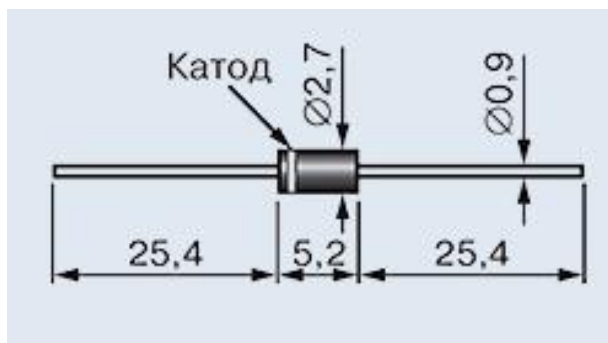


Рисунок 1.11 – вигляд діода 1N5818

Параметри:

Матеріал..... кремній;
 Кількість діодів в корпусі 1;
 Конфігурація діода Одиночний;
 Максимальний (середній) прямий струм на діод, I_f (AV) 1 А;
 Максимальна пряма напруга при $T_j = 25^\circ \text{C}$, V_f при I_f 500 мВ при 1 А;
 Максимальний зворотний струм при $T_j = 25^\circ \text{C}$, $I_{r\text{при}V_r}$ 500 мкА 30 В;
 Робоча температура PN-переходу -40 ... + 150 C;
 Корпус DO-204AL / DO-41.

Транзистори VT1-2N5400 представляють собою кремнієві епітаксійні-планарні біполярні структури р-п-р. Вони призначені для використання в комутуючих пристроях та загального підсилювача. Ці транзистори виготовляються у пластмасовому корпусі з гнучкими висновками, що дозволяє їх легко монтувати. Незважаючи на свою міцність, вага транзистора не перевищує 0,3 грама.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

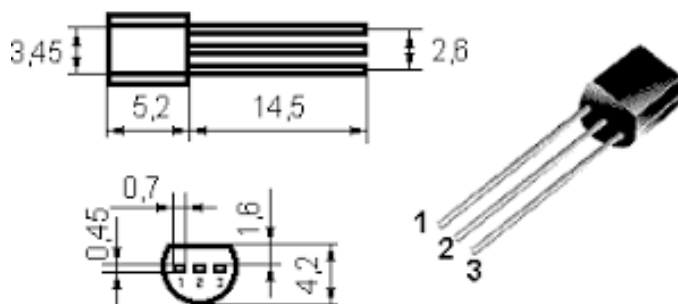


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри та зовнішній вигляд транзистора 2N5400

Характеристики транзистора 2N5400:

Структураp-n-p;
 Напруга К-Е:120 В;
 Напруга К-Б:130 В;
 Напруга Е-Б:.....5 V;
 Максимальний струм:0.6 А;
 Максимальна потужність:0.625 Вт;
 Коефіцієнт підсилення40 до 180;
 Максимальна частота:100 МГц;
 Корпус:..... TO-92.

Транзистор VT2-BC307A - це провідниковий біполярний транзистор високочастотного діапазону з діапазоном частот від 30 МГц до 300 МГц. Він має структуру типу P-N-P та використовує кремнієвий (Si) матеріал. Транзистор є середньої потужності, де максимальна потужність колектора (PK) становить менше 300 міліватт, але не перевищує 1500 міліватт. Він має компактний корпус типу TO-92, що дозволяє легко монтувати його на платі або в пристроях.

ТО-92

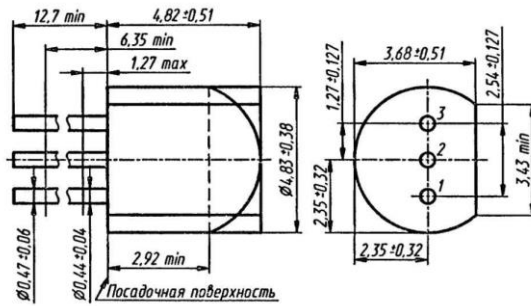


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри транзистора BC307A

Технічні характеристики:

Найменування виробника:BC307A;

Структура:PNP;

Потужність пікова:0.3 W;

напруга К-Б:50 V;

напруга К-Е :45 V;

напруга Е-Б :5 V;

Струм К:0.1 A;

Граничний температурний коефіцієнт:125 ° C;

Частота передачі:130 MHz;

HG1-ITS-E0805SRNP - цифрові ЖК-індикатори, здатні відобразити 4 розряди сегментного РК. Вони призначені для наглядної і світлової індикації роботи пристроїв.



Рисунок 1.14 – Зовнішній вигляд індикатора ITS-E0805SRNP

Технічна специфікація:

Кількість розрядів4;

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Кільк. сегментів в розряді7;
 Температурний діапазонстандартний;
 Режим переглядувідображення;
 Колір поляризаторанейтральний;
 Тип контактівжорсткі;
 Розмір модуляWxHxTмм 050.8x30.5x7.5;
 Висота знака, мм12.7.

Мікросхема DD10-CD4001A володіє елегантним пластмасовим корпусом, який вміщує 14 штирьових висновків, розташованих у два ряди.

Для мікросхеми CD4001A рекомендується напруга живлення від 4.5 до 12.5 В. Діапазон робочих температур мікросхеми CD4001A від -55 до +125 °С.



Рисунок 1.15 – Зовнішній вигляд мікросхеми CD4001A

Технічні характеристики:

Габаритні розміри L * W * H18x8x6;
 контакти14;
 Довжина висновків5 mm;
 Маса виробу, гр..... 0,91;
 Напруга живлення3 - 15 V;
 Час затримки поширення при включенні 125ns; при виключенні ..145ns.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Мікросхема CD4011A-DD2, виготовлена компанією Texas Instruments, представляє собою цифровий інтегральний пристрій КМОП-логіки, що має багато історичних відношень. Вона знайшла широке застосування в побутовій техніці та була улюбленою серед радіоаматорів для створення різноманітних пристроїв на основі цифрових мікросхем. Мікросхема включає 4 логічні елементи типу "2І-НЕ". Нумерація виводів розташована проти годинникової стрілки, починаючи з ключа на корпусі.

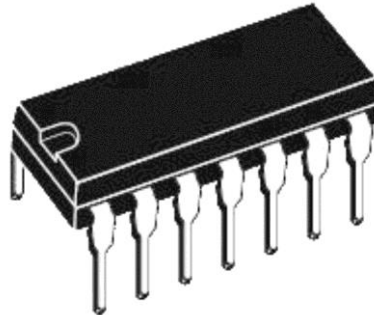


Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд мікросхеми CD4011A

Технічні характеристики:

Найменування:CD4011A;
 Опис:CMOS Quad 2-Input NAND Gate;
 Сімейство:CD4000;
 Підродина:NAND Gate;
 Тип логіки (вхід):CMOS;
 Тип логіки (вихід):CMOS;
 Напруга живлення (min) (Uпит (min)):3 В;
 Напруга живлення (max) (Uпит (max)):12 В;
 Мінімальний температурний коефіцієнт:-55 ° С;
 Максимальна температурний коефіцієнт:125 ° С;
 Корпус:14CDIP, 14CDIP SB;
 Виробник:Texas Instruments.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Мікросхема CD4013A-DD6, розроблена компанією Texas Instruments, є інтегральним пристроєм логіки, що включає два D-тригера з функцією установки. Вона призначена для використання в автоматичних і обчислювальних схемах.

Ця мікросхема виготовлена за технологією КМОП та поставляється в корпусі типу PDIP-14 з міцними висновками. Позначення пристрою розташоване на верхній стороні корпусу. Вага цього пристрою не перевищує 2 грами.



Рисунок 1.17 – Зовнішній вигляд мікросхеми CD4011A

Технічні характеристики:

- Напруга споживання, В+3 ... + 18;
- Вхідна напруга, В+2,5 ... + 18,5;
- Потужність розсіювання на один корпус, мВт700;
- Робоча температура, С °-40 ... + 85.
- високого рівня не менше0,6 mA ;
- Вхідний струм0,3 μA;
- Споживаний струм 20мкА ;
- Час затримки поширення не більше..... 150 ns.

Мікросхема CD4017-DD12, DD14 є дуже популярним десятковим лічильником з вбудованим дешифратором. Вона поєднує в собі п'ятикаскадний лічильник Джонсона та дешифратор, який перетворює двійковий код на електричний сигнал, який видається на одному з десяти виходів лічильника.

Ця мікросхема доступна у компактному 16-контактному корпусі DIP, що робить її зручною для використання і монтажу.

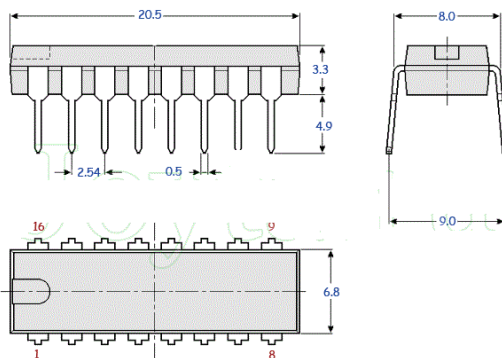


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри мікросхеми CD4017

Технічні параметри лічильника:

Напруга живлення: 3 ... 15 В;
 Вихідний струм (0): 0,6 мА;
 Вихідний струм (1): 0,25 мА;
 Вихідна напруга (0): 0,01 В;
 Струм споживання: 20 мкА;
 Робоча температура: -45 ... + 85 ° С.

DD9-CD4020A "Texas Instruments"- мікросхема представляє собою 14-розрядний двійковий лічильник з послідовним переносом.



Рисунок 1.19 – Зовнішній вигляд мікросхеми CD4020A

Технічні характеристики:

Габаритні розміри L * W * H 21x6x8;

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Кількість висновків або контактів	16;
Довжина висновків.....	5 mm;
Маса виробу, гр.....	1;
Зарубіжні аналоги	CD4020A;
Інтервал робочих температур від.....	-45 до + 85 ° С;
Напруга живлення	3 - 15 V;
Вихідний струм низька рівня.....	0,12 mA;
Споживання струм	0,2 mA;
Час затримки розповсюдження НЕ более	3300 ns.

Мікросхема CD4022A-DD13 від компанії "Texas Instruments" - це лічильник-ділник з 8 виходами, який вражає своєю функціональністю. Вона включає в собі чотирікаскадний лічильник Джонсона та вбудований дешифратор, що перетворює двійковий код на послідовний позиційний сигнал, який виводиться на виходах Q0-Q7. Кожен з цих виходів видає високий рівень сигналу тільки під час тактового імпульсу. У разі коли на вході дозволу рахунку CE виявляється низький рівень, рахунок просувається синхронно з позитивним фронтом тактового сигналу CLOCK. Але якщо вхід CE перебуває на високому рівні (заборонено), рахунок зупиняється, і подальше просування відбувається тільки при зміні цього вхідного сигналу.

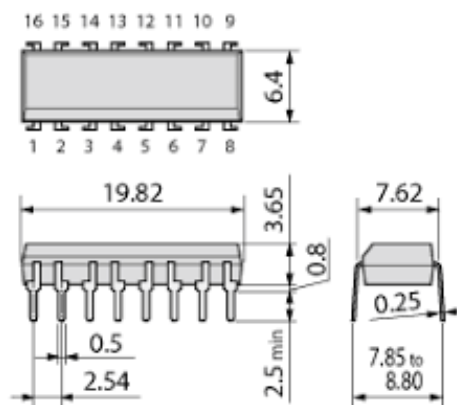


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри мікросхеми CD4022A "Texas Instruments"

Технічні дані:

Коефіцієнт розподілу частоти5;
Входи управлінняС, R, ЕС;
Напруга живлення3 ... 15 В;
Час затримки поширення1700 нс;
Час затримки поширення4,1 мкс;
Струм споживання при максимальній напрузі живлення0,7 мА;
Температурний режим-45 ... + 85°С.

Мікросхема CD4026 від компанії "Texas Instruments" з позначеннями DD5, DD7 і DD11 є десятковим лічильником, який має семисегментний дешифратор.

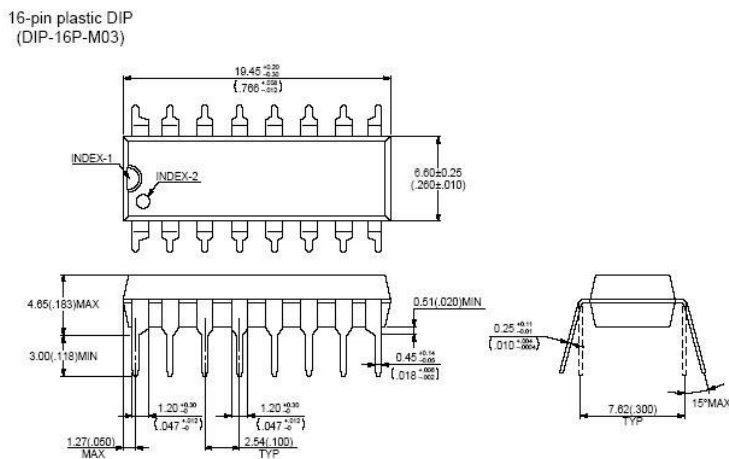


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри мікросхеми CD4026

Параметри мікросхеми:

Середня напруга, В+3 ... + 20;
Західна напруга, В..... +2,5 ... + 20,5;
Потужність, мВт 500;
Температурний коефіцієнт, С °-55 ... + 125.

Мікросхеми CD4030A з серії DD3, DD4 і DD8 від компанії "Texas Instruments" є цифровими мікросхемами, які використовують технологію КМОП. Кожна з цих мікросхем складається з чотирьох логічних елементів

виключаючого Або. Вони призначені для використання в різних вузлах і блоках радіоелектронної апаратури загального призначення. Мікросхеми постачаються в пластмасових корпусах з 14 виводами, де висновки розташовані вертикально для зручного монтажу на друкованій платі. На корпусах мікросхем присутні цифро-буквені коди для маркування. Кожна мікросхема містить 65 інтегральних елементів.

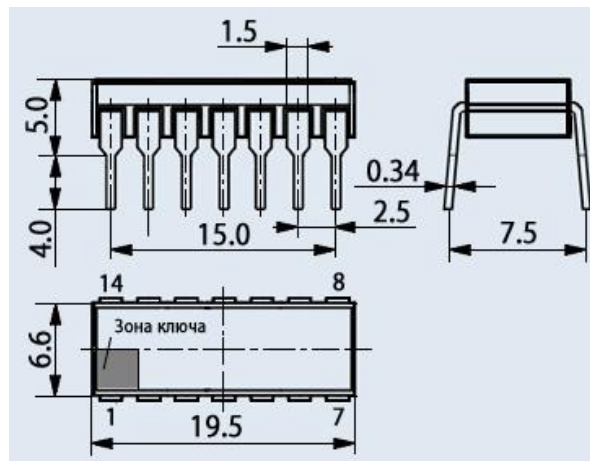


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри мікросхеми CD4030A

Технічні характеристики:

серія4000В;
 Тип елемента2викл.АБО;
 Кількість елементів4;
 Напруга споживання, В3 ... 18;
 Піковий струм, мА-3.4 / 3.4;
 Затримка, нс..... 100;
 Робоча температура, ° С-55 ... + 125;
 Корпусdip-14 (7.62мм);
 Вага, г1.9.

Мікросхема CD4066A з серії DD15 від компанії "Texas Instruments" є компонентом з чотирма двонаправленими перемикачами. Вона включає в себе 52 інтегральних елементи і має вагу, яка не перевищує 1 грама. Кожен

ключ у мікросхемі має вхід сигналу, вихід сигналу і вхід дозволу EI. CD4066A працює як дворівневий опозитний ключ: коли прохідний канал розімкнутий, вхід заземлюється, а при замкнутому каналі вхід відключається від нульової напруги. Обидва "контакти" також керуються тим самим входом EI. Для CD4066A активний рівень на вході EI, що замикає канал, є високим.

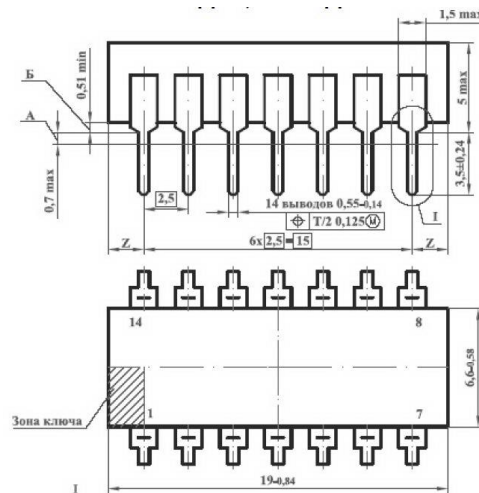


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри мікросхеми CD4066A

Технічні дані:

- Напруга живлення 3-15 В;
 Струм споживання 0,2 мА;
 Максимальний струм 1 мА;
 Струм витоку 0,2 мкА;
 Час затримки поширення 25 нс;
 Кількість каналів 4;
 Температура навколишнього середовища -45 ... + 85°C.

Мікросхеми серії DD1-CD4093, які включають тригери Шмітта, широко використовуються для реалізації дворівневого перетворення аналогових сигналів на цифрові в електронних схемах. Ці тригери Шмітта відрізняються від звичайних КМОП-компонентів тим, що забезпечують надійний сигнал на виході, навіть при повільному фронті імпульсу на вході

елемента. Таким чином, вони забезпечують захист від перешкод, які можуть виникати на вхідній частині схеми, забезпечуючи стабільну та точну роботу в цифровому режимі.

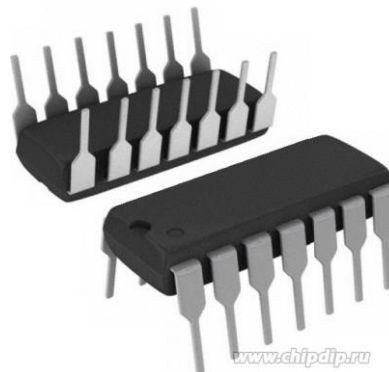


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри мікросхеми CD4093

Технічні характеристики:

серія	4000В;
Тип елемента	2І-НЕ;
Кількість елементів	4;
Напруга споживання, В	3 ... 18;
Піковий струм, мА	-3.4 / 3.4;
Час затримки, нс.....	130;
Робоча температура, ° С	-55 ... + 125;
Корпус	dip-14 (7.62мм);
Вага, г	1.9.

Операційні підсилювачі DA1-NE5532P, виробництва "ON Semiconductor", є високоефективними пристроями, які володіють вражаючими АС і DC характеристиками. Ці підсилювачі мають велику кількість переваг, включаючи низький рівень шуму, високу вихідну потужність приводу, великий одиничний коефіцієнт підсилення, високу

швидкість наростання сигналу, а також вбудовані захисні діоди на вході та захист виходу від короткого замикання. Операційні підсилювачі DA1-NE5532P мають внутрішню компенсацію і встановлені максимальні межі для еквівалентного вхідного шумового напруги, що гарантує стабільну роботу. Крім того, вони відрізняються високим коефіцієнтом підсилення для постійних напруг і високою швидкістю наростання сигналу, що робить їх відмінними вибором для різних застосувань.

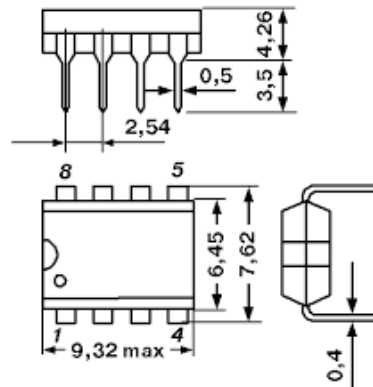


Рисунок 1.25 – Габаритні розміри мікросхеми NE5532P "ON Semiconductor"

Параметри мікросхеми:

Вид підсилювач універсальний;
 Кількість каналів 2;
 Швидкість наростання сигналу, В / мкс 9;
 Частота посилення, МГц 10;
 Струм зміщення, нА 200;
 Зсув напруги на вх, мкВ 500;
 Струм живлення, мА 8;
 Вх струм, мА 38;
 Живлення однополюсне (+) / двуполярне (±), В ± 5 ... 15;
 Робоча температура, ° С 0 ... + 70;
 Корпус DIP-8 (0.300 inch);
 Вага, г 1.

1.6 Розрахунок RC-фільтра

Фрагмент ЕЗ RC-фільтра зображена на рисунку 1.26.

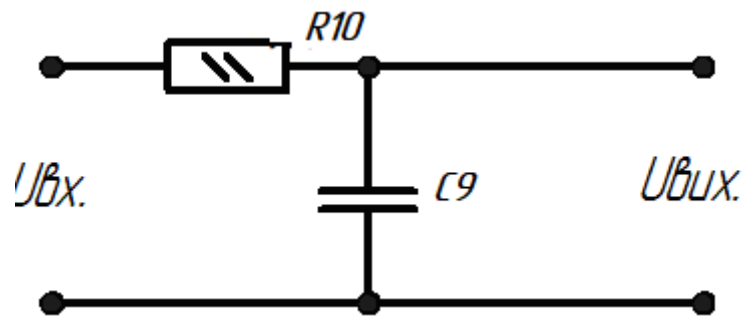


Рисунок 1.26 – Фрагмент схема електричної принципової RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 470\text{пФ};$$

$$f_c = 10\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (1.1)$$

3. Розрахунок резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (1.2)$$

f_c – становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,047 \cdot 10000 \cdot 10} = 22\text{кОм}$$

$$R10 = 22\text{кОм}$$

Фрагмент схеми електричної принципової каскаду електронного ключа зображено на рисунок 1.27

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

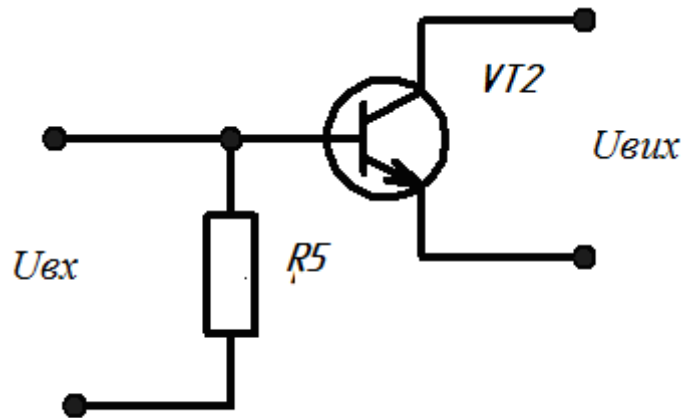


Рисунок 1.27 – Фрагмент схеми електричної принципової каскаду електронного ключа

Транзисторний ключ розрахований нижче:

$$U_{ж}=20В;$$

$$R_{н}=430 \text{ Ом};$$

$$U_{y}=\pm 12В;$$

$$h_{21e}=50;$$

$$U_{\text{бо}}=0,6В;$$

$$R_{\text{нас}}=0,1 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{б}}=1,5 \text{ кОм};$$

$$I_{\text{ко}}=1 \text{ А};$$

$$I_{\text{козв}}=25 \text{ мА};$$

$$R_{\text{бе}}=10 \text{ Ом}.$$

1. Значення вхідного кола транзистора:

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{U_{ж}}{R_{н}}, \quad (1.3)$$

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{20В}{430 \text{ Ом}} = 0,4(А)$$

Тип опору керувального резистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\sigma 0} + 0,2 \cdot r_{\sigma})}{I_{к.нас.}} \quad (1.4)$$

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,04A} = 100к(Ом)$$

2. Забезпечення режиму закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{ко}} \quad (1.5)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 100к(Ом)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор виробник фірми MFP-0,125-100 кОм 10% - "Yageo" з опором 100 кОм.

1.7 Опис ДП

На поточному етапі ми використовуємо фольгований склотекстоліт товщиною 35 мкм з мідним провідним шаром. Цей матеріал має необхідні провідні властивості і добре сприймається ізолюючим матеріалом завдяки хорошій адгезії.

Друкована плата виготовляється комбінованим методом, який включає такі основні операції:

Комплектування та маркування: Збираються необхідні компоненти та наносяться позначення для подальшої обробки.

Захист контактних площадок: Контактні площадки, які не підлягають автоматизованій пайці, захищаються за допомогою латексного покриття, яке наноситься за допомогою дозатора латексу.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Сушка плати: Плата проходить процес сушіння у спеціальних сушильних шафах, що дозволяє видалити вологу і підготувати плату до наступних етапів обробки.

Формування виводів електрорадіоелементів: Виводи електрорадіоелементів формуються автоматично за допомогою спеціальних установок, що спрощує процес монтажу.

Лудження радіоелементів: Використовується автоматизований метод лудження припоєм ПОС-61, що гарантує надійне з'єднання елементів з платою.

Установка елементів радіоелектронних компонентів (ЕРЕ): Елементи радіоелектронних компонентів установлюються вручну, оскільки автоматизований метод не є доцільним для великої кількості типів елементів.

Автоматизована пайка ЕРЕ: Елементи радіоелектронних компонентів автоматично паюються методом хвильової пайки за допомогою припою ПОС-61, що ефективно зменшує трудомісткість процесу виготовлення друкованого вузла.

Рихтування паяння: Вручну виправляються дефекти паяння, обмежуючи їх до не більше 15% від загальної кількості паянь. Цей процес включає корекцію з'єднань для досягнення належної якості.

Регулювання і технічний контроль: Здійснюється за допомогою пульта згідно з інструкцією для належного налаштування та перевірки технічних характеристик виробу.

Ці операції складання друкованого вузла гарантують якісне та ефективне виготовлення електронних пристроїв.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

2.1 Способи проведення штучного дихання та масажу серця

Коли раптово припинилася серцева діяльність і дихання, виникає клінічна смерть. Якщо одразу розпочати непрямий масаж серця і штучне дихання, то є шанс врятувати потерпілого.

Штучне дихання проводять, аби забезпечити газообмін в організмі, збагатити кров киснем і вилучити з неї вуглець. Штучна вентиляція легенів рефлекторно діє на центр дихання головного мозку. Це сприяє відновленню самостійного дихання потерпілого. Непрямий масаж серця проводять для відновлення кровообігу з метою доставки збагаченої киснем крові до тканин організму [16].

Штучне дихання виконують різними способами. Найпоширеніший – «з рота в рот». Способи штучного дихання бувають апаратні та ручні. Ручні менш ефективні, але їх можна застосовувати, якщо у потерпілого порушене дихання. Під час підготовки до штучного дихання необхідно:

- вивільнити потерпілого від одягу — розстебнути верхній одяг;
- покласти його на спину на горизонтальну поверхню;
- відхилити потерпілому голову назад, доки його підборіддя не буде на одному рівні з шиєю. При цьому положенні язик не затуляє вхід до гортані, вільно пропускає повітря до легенів. За такого положення голови рот розкривається. Щоб зберегти це положення, під лопатки кладуть валик зі згорнутого одягу;
- обстежити пальцями порожнину рота. Якщо там є кров, слиз тощо, їх потрібно видалити за допомогою хустки або бережка сорочки. Необхідно обов'язково провести штучне дихання.

Коли виконують штучне дихання, голову потерпілому відхиляють максимально назад і пальцями затискають ніс або губи. Роблять глибокий

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

вдих, притискають свої губи до губ потерпілого і швидко виконують йому глибокий видих до рота. Вдих потерпілому роблять двічі. З огляду на гігієну рекомендують прикрити рота потерпілого шматком тканини (носовичком, бинтом тощо). Якщо пошкоджене обличчя і проводити штучне дихання «з легенів у легені» не можливо, застосовують метод стиснення і розширення грудної клітини – складають і притискають руки потерпілого до грудної клітини та розводять їх у боки. Надходження повітря з легенів потерпілого контролюють за розширенням грудної клітини при кожному вдиху. Якщо після вдиху грудна клітина потерпілого не розправляється, це свідчить про непрохідність дихальних шляхів [17].

Аби забезпечити найкращу прохідність дихальних шляхів, потрібно:

- максимально відхилити голову назад;
- відкрити рота;
- висунути нижню щелепу вперед.

Щойно у потерпілого з'являться перші слабкі вдихи, варто поєднати штучний вдих із початком самостійного вдиху. Штучне дихання потрібно робити, доки не відновиться глибоке ритмічне дихання.

Масаж серця потрібно проводити паралельно зі штучним диханням. Для цього після двох штучних вдихів роблять 30 стискань грудної клітини. Якщо масаж серця робити правильно, коли натискатимуть потерпілому на грудину, відчуватимуть легкий поштовх сонної артерії. Зіниці потерпілого звужаються протягом декількох секунд, порожевіє шкіра його обличчя і губи, з'являться самостійні вдихи. Щоб не пропустити повторного припинення дихання, потрібно стежити за зіницями, кольором шкіри і диханням та регулярно перевіряти частоту і ритмічність пульсу.

Якщо першу допомогу надає одна людина, то найдоцільніше після двох глибоких вдувань повітря в рот чи в ніс потерпілого робити 15 натискувань на грудну клітку, потім знову два глибоких вдування і 15 натискувань на ділянку серця. Пауза при цьому, звичайно, повинна бути мінімальною. При

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

наявності помічника один (менш досвідчений) проводить штучну вентиляцію легень, а інший масажує серце. Після одного глибокого вдихання 5 разів натискають на грудну клітку. Якщо це робити дуже важко, можна після кожних двох глибоких вдихань провести 15 стискань. У момент вдихання серце масажувати не можна, бо повітря не буде надходити в легені. Рятівники міняються ролями через 5-10 хвилин. Для визначення пульсу на сонній артерії через кожні 2 хвилини. На 2-3 секунди припиняють масаж серця. Поява пульсу в момент перерви свідчить про відновлення діяльності серця. Після цього штучну вентиляцію потрібно продовжувати до появи самостійного дихання. При відсутності пульсу необхідно негайно відновити масаж серця. Про поліпшення стану потерпілого свідчать звуження зіниць, зменшення синявості шкіри та слизових оболонок, підвищення артеріального тиску.

Для підвищення ефективності масажу серця рекомендують трохи підняти ноги потерпілого, щоб забезпечити кращий приплив крові у серце з вен нижньої частини тіла. Після відновлення діяльності серця у потерпілого з'являється регулярний пульс. Якщо через 30-40 хвилин. Від початку масажу серця та штучного дихання діяльність систем не відновлюється, зіниці залишаються широкими, без реакції на світло, можна вважати, що в організмі відбулися незворотні зміни і загибель мозку, тоді реанімацію можна припинити. При появі абсолютних ознак смерті реанімація може бути закінчена раніше.

2.2 Заходи щодо автоматизації виробничих процесів, які сприяють покращенню умов праці

Одним із напрямків організації праці є вдосконалення умов праці. Умови праці – це сукупність факторів зовнішнього середовища, що впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі праці. Умови

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

праці на кожному робочому місці формуються під впливом таких груп факторів:

- виробничих;
- санітарно-гігієнічних;
- факторів безпеки;
- інженерно-психологічних;
- естетичних та соціальних.

Виробничі фактори обумовлені особливостями техніки і технології, рівнем механізації і автоматизації праці, якістю оснащення робочих місць, режимами праці і відпочинку. Від них залежать фізичні зусилля і нервова напруга, робоче положення працівника, темп і монотонність роботи[18].

Автоматизація виробництва – вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання й керування виробничими процесами здійснюються без участі людини, а лише під її контролем. Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва привів до появи якісно нової системи технологічних машин з керуючими засобами, що ґрунтуються на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання і контролю, інформаційно об'єднаних промисловими мережами. Автоматизація виробництва – один з головних напрямів науково-технічного прогресу.

Автоматизація виробничих процесів передбачає використання різних систем, які дозволяють комплексно автоматизувати виробництво, або вирішити вузьке завдання, при цьому вони будуть інтегровані в загальну ІТ інфраструктуру підприємства. ERP, MRP – це клас комплексних систем. Автоматизація виробничих запасів, управління закупівлями, управління фінансами, управління та контроль людських ресурсів, електронний документообіг – це приклади вузькоспеціалізованих систем.

В безперервних технологічних процесах матеріальний потік та інформація, що його відображає, безперервні. Матеріальний потік, який

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

проходить через технологічне обладнання і зазнає там в кожному мить часу зміни своїх властивостей, є неперервним.

До безперервних відносять виробництва, у яких вимагається регулювати витрату, тиск, температуру, напругу, переміщення рухомих елементів та інші величини в усьому діапазоні їх змін. Це різноманітні хімічні реактори, процеси приготування харчових продуктів, металургія, системи постачання теплом, водою та електроенергією.

У безперервних виробництвах зайнято мало людей, тому за рахунок автоматизації можна знизити витрати матеріалів та енергії або усталити технологічний процес, усунувши його залежність від суб'єктивних чинників. Для керування таким виробництвом, вимагається узгодження динамічних характеристик об'єкту керування і системи автоматичного регулювання в усьому інтервалі зміни регульованих величин[19].

Ще років 5 тому існувала думка, що комплексна автоматизація виробництва в єдиній системі найкращий вибір, зараз багато хто приходить до того, що спеціалізовані програми краще вирішують свої завдання, гнучкіші в налаштуваннях та зміні, швидко впроваджуються, мають короткий термін окупності. При грамотній інтеграції між собою дозволяють створити унікальну систему управління виробництвом.

Автоматизація виробництва має на увазі заміну механічної праці людини машинними алгоритмами. Тут не йдеться про заміну творчого мислення штучним інтелектом, оскільки штучний інтелект на сьогоднішній день у цьому аспекті ще не здатний вирішувати поставлені завдання подібного характеру настільки досконало. Однак існує ряд рутинних процесів, що вимагають машинального виконання або прорахунку, з якими він справляється набагато швидше і не допускаючи помилок. Таким чином, це може дозволити нам:

- прискорити виконання рутинних процесів;
- скоротити час на обробку великих масивів статистичних даних;

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- оптимізувати процес виходу готової продукції на споживчий ринок;
- зменшити фінансові витрати на найманні та навчання персоналу;

Програмні системи управління виробництвом відповідають за автоматизацію виробничих процесів певного відділу чи кількох відділів. Отже, перед впровадженням однієї з таких систем слід визначити конкретний процес на виробництві, який потребує автоматизації. Насамперед, на своєчасний випуск готової продукції впливають такі фактори:

- наявність необхідного запасу сировини та матеріалів у потрібних місцях у ланцюзі поставок;
- надійність постачальників;
- наявність та доступність необхідного для виробництва потрібної продукції обладнання;
- правильне прогнозування реального попиту, можливість налагодження системи у процесі динамічних змін між очікуваним та реальним попитом.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Висновки

Була розроблена конструкція "Детектора високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера" у кваліфікаційній роботі, а також були розраховані його основні технічні параметри.

Ми полишили традиційні підходи та занурилися у світ технологій, використовуючи потужну систему автоматичного проектування - Altium Designer. З його допомогою ми магічним чином розмістили елементи та виткнули провідники на друкованій платі приладу. Результатом стала двостороння друкована плата найменших розмірів з координатною сіткою всього 2,5 мм. І що найважливіше - плата не має жодних паразитних зв'язків, заслуга цьому новаторському методу виготовлення, який ми застосували. Наші компактно розміщені елементи додали вузлу шарму, а конструкція самого вузла та корпусу залишилися максимально простими - інтуїтивно зрозумілими для всіх.

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2022.
2. Розрахунок параметрів монтажу [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
3. L7805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/viVO7Tnu_L7800CV_ST.pdf (дата звернення 08.11.2022).
4. PIC18F2520-I/SO [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/4Fy0Vgjq_PIC18F2520.pdf (дата звернення 08.11.2022).
5. 74НС174 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/AhsQTAjf_74НС174_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).
6. CD4059АМ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4059a.pdf?ts=1645812853067&ref_url=https (дата звернення 08.11.2022).
7. SI5351А [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/Si5351.pdf> (дата звернення 08.11.2022).
8. 74НС74 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/iQkVFTeF_74НС74_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).
9. GT1-9817 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/kn3a-103a.jpg> (дата звернення 08.11.2022).

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

10. Резистори CR-06JL7 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/aAM8tOvU_viking_cr-series.pdf (дата звернення 08.11.2022).

11. Підстроювальний резистор 3314G [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/54/3314-776736.pdf> (дата звернення 08.11.2022).

12. Підстроювальний конденсатор TZC3 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/FOGJo3JE_TZ_murata.pdf (дата звернення 08.11.2022).

13. 10M-49SMD-SR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/7Qja4QMI_HC-49.pdf (дата звернення 08.11.2022).

14. BC847 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/j3Oppnki_BC846_nxp.pdf (дата звернення 08.11.2022).

15. DCJ200-05-A-K1-A [Електронний ресурс] –Режим доступу: https://eu.mouser.com/datasheet/2/837/DCJ200_05-2887828.pdf (дата звернення 08.11.2022).

16. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с.437.

17. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 560.

18. Маніпуляції в педіатрії (показання та техніка виконання): навчальний посібник / Ю.В. Марушко, Т.В. Гищак, Ю.І. Тодика. — К. : ВСВ “Медицина”, 2019. - 144 с. ISBN 978-617-505-655-4 (С.31-34)

19. Охорона праці в галузі комп'ютерингу: підручник / Л. А. Катренко, А. В. Катренко ; с. 541—543 (59 назв). — ISBN 978-617-574-049-1

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ДОДАТКИ

					БОР 2.893.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Професор кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Детектор високоенергетичного
випромінювання на основі лічильника Хейгера»

Узгоджено:
Керівник кваліфікаційної роботи
Яськів В.І. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Балушевський О.Р. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Детектор високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Балусhevський Олег Романович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка Детектора високоенергетичного випромінювання на основі лічильника Хейгера, що включає в себе:

- розробка індикатора інтенсивності іонізуючого випромінювання;
- вибір компонентної бази розроблювального детектора ;
- розрахунок і вибір компонентів для іонізуючого синтезатора;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Синтезатор частоти повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 12 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження синтезатора повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Синтезатор частоти повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на частотоміра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Синтезатор частоти повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Синтезатор частоти повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи частотоміра повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом синтезатора частоти і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами синтезатор частоти повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект синтезатора частоти повинно входити: синтезатор частоти, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Синтезатор частоти повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях синтезатор частоти повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів синтезатор частоти висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох синтезаторів частоти кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження синтезаторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень $P_{\alpha} = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P_{\mu} = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема синтезатора частоти;
- електрична принципова схема синтезатора частоти;
- друкована плата синтезатора частоти;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	14.03.2023
3	Розробка структурної схеми	25.03.2023
4	Розрахунок основних вузлів багатofункціонального частотоміра	10.04.2023
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного частотоміра;	21.04.2023
6	Компоновка друкованого вузла	01.05.2023
7	Створення допоміжної документації	15.05.2023
8	Спеціальна частина	02.06.2023
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	05.06.2023
10	Нормоконтроль	06.06.2023
11	Попередній захист КР	07.06.2023
12	Захист КР	21.06.2023

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
BD1	Лічильник Гейгера СБМ-20 "МЕГА-К"	1	
	Конденсатори		
C1	b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1	
C2	B32529C1102J000-630 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C3	b4 1828-16 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C4	b4 1828-16 В-2,2 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C5	b4 1828-16 В-68 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C6	b4 1828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	
C7	b37979-1000 пкФ ±5% "Epcos"	1	
C8, C9	b37979-470 пкФ ±5% "Epcos"	2	
C10	b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	1	
	Мікросхеми		
DA1	NE5532P "ON Semiconductor"	1	
DD1	CD4093BE "Texas Instruments"	1	
DD2	CD4011A "Texas Instruments"	1	
DD3, DD4	CD4030A "Texas Instruments"	2	
DD5	CD4026 "Texas Instruments"	1	
DD6	CD4013A "Texas Instruments"	1	
DD7	CD4026 "Texas Instruments"	1	
DD8	CD4030A "Texas Instruments"	1	
DD9	CD4020A "Texas Instruments"	1	
DD10	CD4001A "Texas Instruments"	1	
DD11	CD4026 "Texas Instruments"	1	
DD12	CD4017 "Texas Instruments"	1	

БОР2.899.001 ПЕЗ

Зм.	Арк.	докум.	Підп.	Дата
Розробив		Балцшевський		
Перевір.		Яськів В. І.		
Н.контр.				
Затв.				

Детектор високоенергетичного
випромінювання на основі
лічильника Хейгера
Перелік елементів

Літ.	Аркцш	Аркцшів
Н	1	3

ТНТУ, ФПТ кф. РТ.
гр. РАС-41

Формат А4

Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
DD13	CD4022A "Texas Instruments"	1	
DD14	CD4017 "Texas Instruments"	1	
DD15	CD4066A "Texas Instruments"	1	
GB1	Батерея літієва LS17500 (A)-3,7 В "Saft"	1	
HG1	Цифровий індикатор ITS-E0805SRNP "Kingbright"	1	
L1	Дросель B8214 1A1334J000-330мкГн "Epcos"	1	
<i>Резистори</i>			
R1	MFP-0,5-5,1 МОм ±10% "Yageo"	1	
R2	MFP-0,125-100 КОм ±10% "Yageo"	1	
R3	MFP-0,125-240 КОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP-0,125-33 КОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,125-100 КОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,125-200 Ом ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,125-1 МОм ±10% "Yageo"	1	
R8	MFP-0,125-910 КОм ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-0,125-33 КОм ±10% "Yageo"	1	
R10	MFP-0,125-22 КОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP-0,125-1 МОм ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP-0,125-470 КОм ±10% "Yageo"	1	
SB1	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	1	
TV1	Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
<i>Діоди</i>			
VD1, VD2	1N4148 "Diotec"	2	

БОР2.899.001 ПЕЗ					Арк. 2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A4			БОР2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A1			БОР2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1			БОР7.899.001 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A1	1		БОР6.899.001	Плата друкована	1	
БК	2		БОР7.899.001	Перемичка	2	
				<u>Інші вироби</u>		
		3		Лічильник Геігера СБМ-20 "МЕГА-К"	1	ВД1
				<u>Конденсатори</u>		
		5		b37979-4 70 пкФ ±5% "Epcos"	2	С8, С9
		6		b37979-1000 пкФ ±5% "Epcos"	1	С7
		7		B32529C1102J000-630 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"	1	С2
		8		b37979-0,1 мкФ ±5% "Epcos"	1	С1
		9		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	1	С10
		10		b41828-16 В-2,2 мкФ ±10% "Epcos"	1	С4
		11		b41828-16 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	С3
		12		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С6
		13		b41828-16 В-68 мкФ ±10% "Epcos"	1	С5
				<u>Мікросхеми</u>		

БОР2.899.001

Зм.	Арк.	докум.	Підп.	Дата
Розробив		Балцшебський		
Перевір.		Яськів В. І.		
Н.контр.				
Затв.				

Вузол друкований

Літ.	Аркцш	Аркцшів
Н	1	2
ТНТУ, ФПТ кф. РТ. гр. РАС-41		

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		15		CD4001A "Texas Instruments"	1	DD10
		16		CD4011A "Texas Instruments"	1	DD2
		17		CD4013A "Texas Instruments"	1	DD6
		18		CD4017 "Texas Instruments"	2	DD12, DD14
		19		CD4020A "Texas Instruments"	1	DD9
		20		CD4022A "Texas Instruments"	1	DD13
		21		CD4026 "Texas Instruments"	3	DD5, DD7, DD11
		22		CD4030A "Texas Instruments"	3	DD3, DD4, DD8
		23		CD4066A "Texas Instruments"	1	DD15
		24		CD4093BE "Texas Instruments"	1	DD1
		25		NE5532P "ON Semiconductor"	1	DA1
		27		Цифровий індикатор ITS-E0805SRNP "Kingbright"	1	HG1
		29		Дросель В8214-1A1334J000-330мкГн "Epcos"	1	L1
				<i>Резистори</i>		
		31		MFP-0,125-200 Ом $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R6
		32		MFP-0,125-22 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R10
		33		MFP-0,125-33 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	2	R4, R9
		34		MFP-0,125-100 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	2	R2, R5
		35		MFP-0,125-240 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R3
		36		MFP-0,125-470 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R12
		37		MFP-0,125-910 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R8
		38		MFP-0,125-1 МОм $\pm 10\%$ "Yageo"	2	R7, R11
		39		MFP-0,5-5,1 МОм $\pm 10\%$ "Yageo"	1	R1
		41		Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	1	SB1
		43		Трансформатор В78386-P1116-A "Epcos"	1	TV1
				<i>Діоди</i>		

БОР2.899.001					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	2

