

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Інститут фізико-технічних наук та комп'ютерних наук
Кафедра електроніки і енергетики

РАДІОМЕТР – ДОЗИМЕТР ІЗ ЦИФРОВИМ ІНТЕРФЕЙСОМ

Дипломна робота

Рівень вищої освіти бакалавр

Виконав: студент 4 курсу, групи 432

Спеціальність 153 Мікро- і
наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності)

Бідяк Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Нічий С.В.

(прізвище та ініціали)

Чернівці 2021

Чернівецький Національний Університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра, циклова комісія електроніки та енергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 15 – автоматизація та приладобудування

(шифр і назва)

Спеціальність 153 - мікро- та наносистемна техніка

(шифр і назва)

Затверджую

В.о.завідувач кафедри Майструк Е.В.

“ 10 ” лютого 2021 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Бідяка Юрія Олександровича

1.Тема роботи Радіометр – дозиметр із цифровим інтерфейсом

керівник роботи Нічий С.В. доцент, к.ф.-м.н.

Затверджено наказом вищого навчального закладу від “10” лютого 20 року

2.Строк подання студентом роботи 15 червня 2021

3.Вихідні дані до роботи електричні параметри лічильника Гейгера-Мюллера та АТmega8.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно зробити):

1. Загальні характеристики іонізуючого випромінювання

2. Детектори радіаційного випромінювання

3. Загальні характеристики мікроконтролерів

4. Інтерфейс послідовної передачі даних UART

5. Конструктивна будова радіометра – дозиметра з цифровим інтерфейсом

6. Складові радіометра – дозиметра

7. Вимоги роботи та функціональна схема пристрою

8. Розробка та розрахунок принципової електричної схеми

9.Алгоритм функціонування вбудованого програмного забезпечення

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

Блок схема функціонування пристрою

Електрична принципова схема пристрою

Алгоритм функціонування вбудованого програмного забезпечення

6.Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Нічий С.В., доцент		
2	Нічий С.В., доцент		
Додаток 1	Нічий С.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 11 лютого 2021р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Опрацювання літератури по темі роботи	03.03.2021	
2	Аналіз завдання до розробка блок-схеми пристрою	30.03.2021	
3	Аналіз завдання до розрахунок принципової електричної схеми пристрою	30.04.2021	
4	Моделювання роботи пристрою	15.05.2021	
4	Розробка бло-схеми функціонування програмного забезпечення	26.05.2021	
5	Оформлення дипломної роботи	05.06.2021	

Студент Бідяк Ю.О.

ЗМІСТ

Розділ 1 Компоненти пристроїв радіаційного контролю.....	3
1.1 Загальні характеристики іонізуючого випромінювання.....	3
1.2 Детектори радіаційного випромінювання.....	4
1.2.1 Люмінесцентні детектори.....	4
1.2.2 Принцип роботи газорозрядного лічильника Гейгера – Мюллера .5	
1.2.3 Напівпровідникові детектори.....	9
1.3 Загальні характеристики мікроконтролерів.....	10
1.4 Інтерфейс послідовної передачі даних UART.....	11
Розділ 2 Конструктивна будова радіометра – дозиметра з цифровим інтерфейсом.....	12
2.1 Складові радіометра – дозиметра.....	12
2.1.1 Лічильник Гейгера – Мюллера СБМ -19, СБМ -20.....	12
2.1.2 Мікроконтролер АТmega8.....	14
2.1.3 LCD-дисплей LM016L.....	17
2.2. Вимоги роботи та функціональна схема пристрою.....	18
2.3. Розробка та розрахунок принципової електричної схеми.....	19
2.4 Алгоритм функціонування вбудованого програмного забезпечення.....	22
2.5 Моделювання роботи радіометра-дозиметра.....	24
Висновки.....	26
Список використаної літератури.....	27
Додаток 1 техніка безпеки.....	28

ВСТУП

Іонізаційне випромінювання, як вид енергії, яка звільнюється атомами у формі гамма- випромінювання і рентгенівське випромінювання, або нейтронів альфа і бета частинок постійно присутні в природньому середовищі. Спонтанний розпад атомів називається радіоактивністю. Джерелом радіоактивності є: ґрунт, вода, рослини. Радіоактивність має як позитивний вплив на організм людини, при малих дозах, так і негативний, при великих дозах. На сьогодні існує достатньо велика кількість штучно створених джерел радіоактивності, які є невід'ємною частиною технологічного розвитку людства(енергетика, медицина, промислове виробництво). Для безпечної життєдіяльності людини виникає необхідність контролю фону радіоактивного випромінювання.

Первинними датчиками радіоактивності слугують, як давно створені перетворювачі так і новостворені. Перетворювачі Гейгера-Мюллера використовуються достатньо тривалий час, але перспективним також є використання напівпровідникових датчиків радіоактивності. Такі датчики можуть бути менш габаритними та компактними. На даний час різко підвищився інтерес до напівпровідників типу CdTe, GaAs, CdZnTe. Цей інтерес пов'язаний з можливістю отримання на основі даних кристалів детекторів іонізуючого випромінювання, які мають невеликий об'єм і забезпечують високу ефективність реєстрації гама-випромінювання.

Виходячи з вище сказаного метою даної роботи є апробаційна розробка та реалізація цифрового пристрою для реєстрації іонізованого випромінювання, на основі лічильника Гейгера-Мюллера, який в подальшому можна використати для моделювання напівпровідникових детекторів іонізуючого випромінювання на матеріалах CdTe.

Розділ 1. Компоненти пристроїв радіаційного контролю.

1.1. Загальні характеристики іонізуючого випромінювання

Іонізуюче випромінювання – це випромінювання, яке має достатню енергію для іонізації середовища, яке піддається опроміненню.

Іонізація – це процес утворення двох протилежно заряджених частинок (негативно заряджений електрон і позитивно заряджений іон) з електрично нейтрального атома. Якщо енергії недостатньо для вибивання електронів, то іонізація не відбувається. В даному випадку має місце збудження атома. Збуджений атом володіє надлишком енергії, яка у разі переходу атома в нормальний стан, він відділяє поглинуту енергію у вигляді випромінювання. Електрон, який був вибитий у процесі іонізації не залишається у вільному стані на протязі тривалого часу, він притягується нейтральним атомом, створюючи негативно заряджений іон.

Рентгенівське і гамма-випромінювання представляють собою енергію, яка передається у вигляді хвиль. Рентгенівське і гамма-випромінювання по своїй природі відрізняються в способі виникнення і довжиною хвилі. Рентгенівські-промені, як правило, отримують за допомогою електронних пристроїв, які можна зустріти в кожній поліклініці. Гамма-промені випромінюються нестабільними радіоактивними ізотопами. Як рентгенівське так і гамма-випромінювання характеризується великою проникаючою здібністю, яка в свою чергу, залежить від енергії променів.

Проникаюча здібність гамма-випромінювання високої енергії настільки велика, що її може зупинити тільки товста свинцева або бетонна плита.

Альфа-випромінювання – це потік ядер гелію. Альфа-випромінювання має дуже малу проникаючу здібність і затримується, наприклад, листком паперу. Тому воно не несе загрози до тих пір, поки радіоактивні речовини, які випромінюють альфа-частинки, не попадуть всередину організму через відкриту рану, з їжею або за допомогою дихання з повітрям.

Бета-випромінювання – це потік електронів. Бета-випромінювання має високу проникаючу здатність: воно проходить в тканини організму на глибину від 1 до 2 см.

Нейтронне випромінювання – це потік нейтронів, який виникає в процесі ядерного поділу в реакторах або внаслідок спонтанного поділу в ядерних матеріалах. Оскільки нейтрони – це електронейтральні частинки, то вони глибоко проникають в будь-які речовини, включаючи живі тканини.

Основним параметром іонізаційного випромінювання є доза випромінювання.

Поглинута доза – кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинута одиницею маси опромінюваного середовища. Одиницею вимірювання поглиненої дози являється грей (Дж/кг).

Експозиційна доза – відношення сумарного заряду всіх іонів одного знаку в об'ємі повітря до маси повітря в цьому об'ємі.

Рентген – одиниця експозиційної дози радіоактивного випромінювання рентгенівськими або гамма-випромінюванням,

Зіверт – одиниця ефективної еквівалентної дози іонізуючого випромінювання.
1 Зіверт – кількість енергії, поглинене кілограмом біологічної тканини.

1.2. Детектори радіаційного випромінювання

1.2.1. Люмінесцентний детектор реєстрації випромінювання.

Принцип дії даного датчика полягає в реєстрації випромінювання, викликане в результаті переходу зарядженої частинки із збудженого стану в основний при опроміненні деяких речовин (наприклад ZnS). Для реєстрації випромінювання використовують фотоелектронний помножувач – пристрій призначений для перетворення світлового сигналу в електричний.

1.2.2. Принцип роботи газорозрядного лічильника Гейгера-Мюллера

Лічильник Гейгера-Мюллера – газорозрядний прилад для автоматичного підрахунку числа потрапивших в нього іонізуючих частинок. Принцип роботи лічильників Гейгера-Мюллера полягає в ефекті ударної іонізації газового середовища під дією радіоактивних частинок між металевими електродами.

Додаткова електрична схема забезпечує лічильник живленням, забезпечує при необхідності, погашення розряду і підраховує кількість розрядів через лічильник.

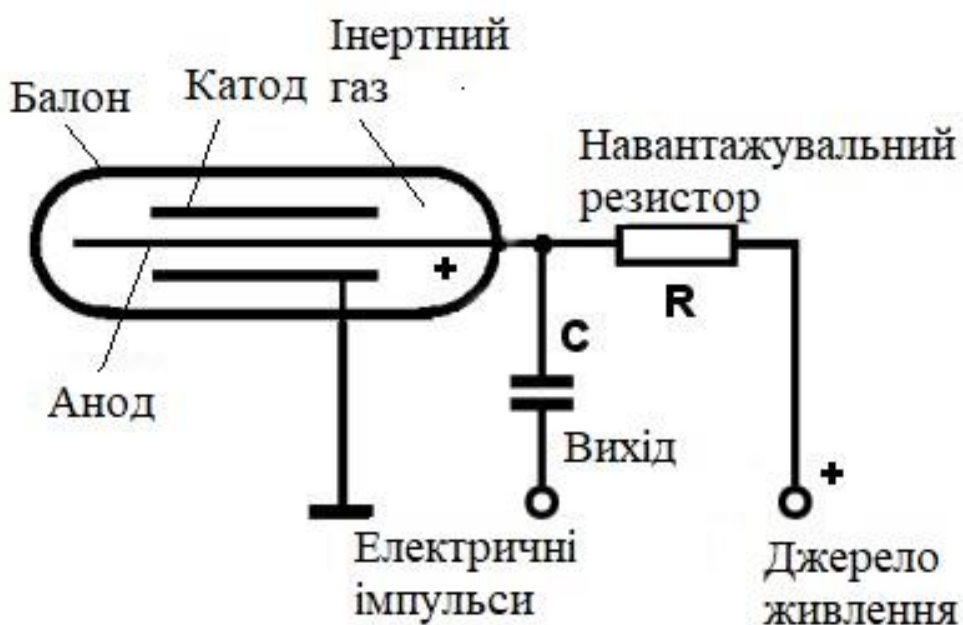


Рис.1. Схема підключення лічильника Гейгера-Мюллера

Лічильники Гейгера поділяються на самозгасаючі та несамозгасаючі (не потребують зовнішньої схеми припинення розряду).

Чутливість лічильника визначається складом газу, його об'ємом, а також матеріалом і товщиною його стінок.

Найбільш часто в приладах використовуються лічильники з робочою напругою порядку 400В, такі як:

1. «СБМ-20» (розміри чуть більше олівця)



Рис.2. Загальний вигляд лічильника Гейгера-Мюллера СБМ-20

2. «СБМ-21» (обидва із залізними корпусами, придатні для вимірювання бета- і гамма- випромінювання).



Рис.3. Загальний вигляд лічильника Гейгера-Мюллера СБМ-21

3. «СІ-8Б» (із слюдяним вікном в корпусі, придатний для вимірювання бета-випромінювання).



Рис.4. Загальний вигляд лічильника Гейгера-Мюллера СІ-8Б

Циліндричний лічильник Гейгера-Мюллера складається із металічної трубки або металізованої всередині скляної трубки, і тонкої металічної нитки, натягнутої по осі циліндра. Нитка служить анодом, трубка – катодом. Трубка заповнюється розрідженим газом, в більшості випадків використовують інертні гази – аргон і неон. Між катодом і анодом виникає напруга порядку 400В. Для більшості лічильників існує так зване плато, яке лежить в діапазоні від 260 до 460В, в цьому діапазоні невеликі коливання напруги не впливають на швидкість підрахунку.

Робота лічильника заснована на ефекті ударної іонізації. Гамма-кванти, які випускаються радіоактивним ізотопом, попадаючи на стінки лічильника, вибивають з нього електрони. Електрони, рухаючись в газі і стикаючись з атомами газу, вибивають із атомів електрони і утворюють позитивно заряджені іони та вільні електрони. Електричне поле між катодом і анодом прискорює електрони до енергій, при яких починається ударна іонізація. Виникає лавина іонів і струм, який проходить через лічильник різко зростає. При цьому на резисторі виникає імпульс напруги, який подається в реєструючий пристрій. Для того, щоб лічильник зміг зареєструвати наступну потрапившу на нього частинку, лавинний розряд потрібно погасити. Це відбувається автоматично. В момент появи імпульсу струму на резисторі виникає великий спад напруги, цьому напруга між анодом і катодом різко зменшується – настільки, що розряд припиняється після чого лічильник може реєструвати наступну частинку.

Важливою характеристикою лічильника являється його ефективність. Не всі гамма-фотони, які попали на лічильник, дадуть вторинні електрони і будуть зареєстровані, так як взаємодія гамма-променів з речовиною достатньо рідкісна і частина вторинних електронів поглинається в стінках приладу, не досягнувши газового середовища.

Ефективність лічильника залежить від товщини стінок лічильника, його матеріалу та енергії гамма-випромінювання. Невеликою ефективністю

володіють лічильники, стінки яких зроблені із матеріалу з великим атомним номером, так як при цьому збільшується виникнення вторинних електронів.

Крім того, стінки лічильника повинні бути достатньо товстими. Товщина стінки лічильника вибирається із умови її рівності довжини вільного пробігу вторинних електронів в матеріалі стінки. При великій товщині стінки вторинні електрони не пройдуть в робочий об'єм лічильника і виникнення імпульсу струму не відбудеться. Лічильник Гейгера має свої мінуси – по реакції такого приладу не можна судити про першопричину його збудження. Вихідні імпульси, які генеруються Лічильником Гейгера під дією альфа частинок, електронів, гамма-квантів нічим не відрізняються.

В таблиці наведено деякі паспортні дані часто використовуваних Лічильників.

	Напруга, В	Плато, В	Власний фон імп/с	Чутл., імп/мкР	Ампл. імп., В	Габарити, мм	
СБМ19	400	100	2	310*	50	19x195	b- і g- випр.
СБМ20	400	100	1	78*	50	11x108	b- і g- випр
СБТ9	380	80	0,17	40*	40	12x74	b-випр.
СБТ10А	390	80	2,2	333*	5	(83x67x37)	b-випр.
СБТ11	390	80	0,7	50*	10	(55x29x23,5)	a-випр.
СІ8Б	390	80	2	350-500	20	82x31	b-випр.
СІ14Б	400	200	2	300	30	84x26	b-випр.
СІ22Г	390	100	1,3	540*	50	19x220	g-випр.
СІ23БГ	400	100	2	200- 400*	—	19x195	b- і g- випр.

Таблиця 1. Паспортні дані найчастіше використовуваних лічильників Гейгера

1.2.3. Напівпровідникові детектори

В датчиках цього типу чутливим елементом являється збіднена носіями заряду зона напівпровідника з р-п переходом(область просторового заряду).

Опис процесів базується на зонній теорії напівпровідників. Властивості кристалу залежать від структури енергетичних зон і заповнення їх

елекtrонами. В атомах електрони займають певні енергетичні рівні. В кристалі встановлені зв'язки між атомами, тому близько розположені енергетичні рівні утворюють сукупність дозволених рівнів для вільних електронів – зону провідності. Енергетичні рівні зовнішніх валентних електронів утворюють заповнену зону, в якій електрони знаходяться в зв'язаному стані – валентну зону.

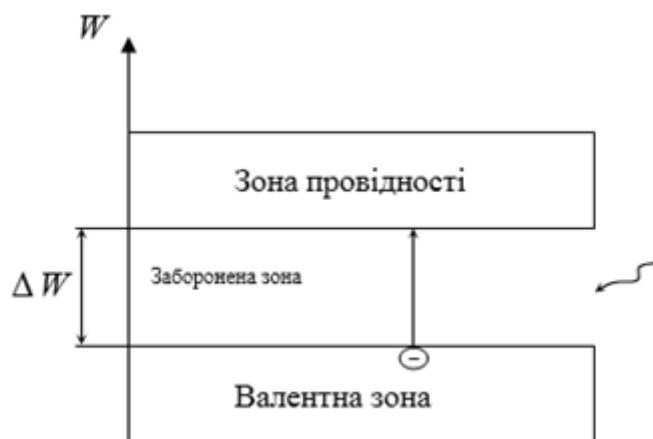


Рис.5. Зонна модель енергетичних рівнів в напівпровідниковому кристалі.

Для переходу електрона з валентної зони в зону провідності, йому потрібно надати енергію більшу, ніж ΔW . При такому переході виникає додатний заряд, або «дірка». Такий перехід може проходити за рахунок іонізуючого випромінювання. В такому випадку кількість електронів, які перейшли в зону провідності і кількість дірок в валентній зоні являються мірою поглинутої енергії. Якщо до напівпровідника прикласти зовнішнє електричне поле, то в ньому виникне струм.

1.3 Загальні характеристики мікроконтролерів

Мікроконтролер – тип МПС, виконані в одному корпусі ВІС.

Мікроконтролер містить в собі: процесор, ОЗП, ПЗП, порти В/В, таймери, модулі вводу аналогового сигналу

Мікроконтролери призначені для виконання однієї задачі або обмеженого кола задач, зазвичай використовуються для регулювання і керування.

Основні вимоги до мікроконтролерів:

1. Висока надійність;
2. Низька вартість;
3. Низьке енергоспоживання;
4. Працездатність при тяжких умовах експлуатації;
5. Достатня продуктивність для виконання необхідних задач.

Сучасні МК будуються на одній з двох базових архітектур: фон-нейманівської та гарвардської.

В архітектурі фон-Неймана використовують єдину область пам'яті, в якій зберігаються дані та команди, що дає можливість проводити з командами ті ж операції, що і з даними. Кожна комірка пам'яті ідентифікується адресою, що дозволяє вказувати на те, де знаходяться команди, а де дані.

В гарвардській архітектурі дані та команди зберігаються окремо, що дозволяє завантажувати дані одночасно з командами. За рахунок паралельного виконання деяких операцій - гарвардська архітектура має більшу швидкість виконання програми.

Мікроконтролери класифікують по розрядності оброблюваних чисел: чотирьохрозрядні, восьмирозрядні, шістнадцятирозрядні та тридцятидвохрозрядні. Найчастіше використовуються восьмирозрядні МК, їх застосовують для керування промисловою, побутовою та комп'ютерною технікою, де застосовуються алгоритми з логічними (побітовими) операціями, швидкість яких не залежить від розрядності процесора.

Всі мікроконтролери одного сімейства мають процесорне ядро однакове для всіх МК, і змінюваний функціональний блок, для різних моделей.

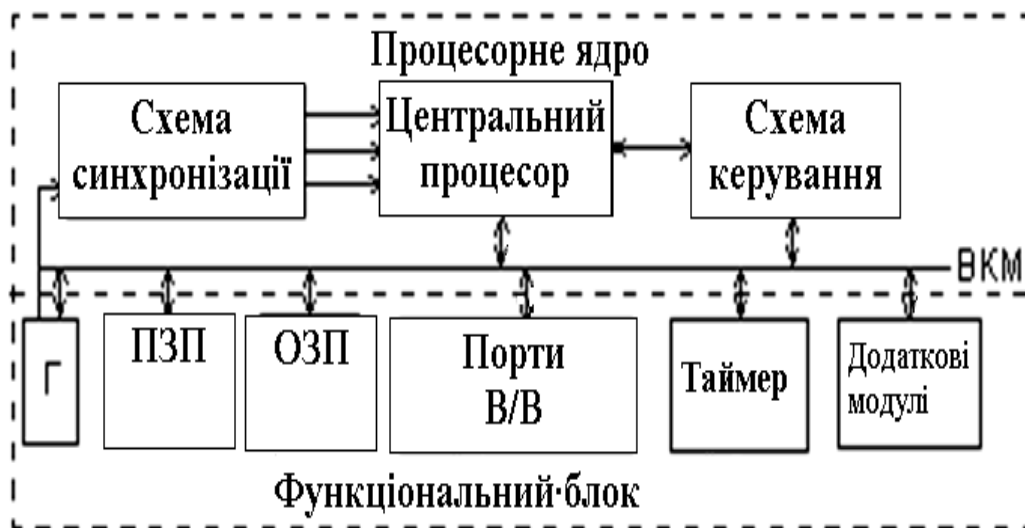


Рис.6.Структура модульного МК

1.4. Інтерфейс послідовної передачі даних UART

Більшість сучасних МК мають в своєму складі від одного до декількох модулів UART.

Модуль складається з трьох основних частин: блока задання такту, блока передавача і блока приймача. Блок задання такту модулів USART містить схему синхронізації, яка використовується при роботі в синхронному режимі, і контролер швидкості передачі.

Блок передавача містить однорівневий буфер, регістр зсуву, схему формування біта парності і схему керування. Блок приймача, у свою чергу, містить схеми відновлення тактового сигналу і даних, схему контролю парності, дворівневий буфер, регістр зсуву, а також схему керування.

Буферні регістри приймача і передавача розташовуються за однією адресою простору введення/виведення і позначаються як регістр даних UDR. У цьому регістрі зберігаються молодші 8 бітів переданих даних, що приймаються. При читанні регістра UDR виконується звернення до буферного регістра приймача, при запису – до буферного регістра передавача.

Асинхронні протоколи не передають тактовий сигнал, синхронізація приймача і передавача виконується за рахунок вибору однакової частоти тактів і передачі в потоці даних додаткових синхронізуючих імпульсів.

Наявність двох ліній передачі даних: RX – вхід приймача, TX – вихід передавача, дозволяє при використанні контролера (UART) вести передачу і прийом даних одночасно(дуплексний обмін передачі даних).

Формат кадру (біта) містить такі основні елементи: нульовий старт-біт для синхронізації генератора тактів приймача, від 5 до 9 бітів даних, біт паритету (парності), 1-2 стоп-біта низького рівня для контролю синхронізації в кінці кадру.

Контролер UART в ATmega8.

Основним являється регістр даних UDR форматом в один байт, запис даних в регістр запускає процес передачі, зчитування дозволяє отримати дані приймача.

Після запису байту в регістр даних він копіюється в регістр зсуву і починається процес передачі. Якщо потрібно переслати наступний байт, слід дочекатися прапорця «передачу завершено».

Процес прийому складається з очікування прапорця «закінчення прийому», після чого відбувається зчитування з регістру даних.

Розділ 2 Конструктивна будова радіометра – дозиметра з цифровим інтерфейсом

2.1 Складові радіометра – дозиметра

2.1.1. Лічильник Гейгера – Мюллера СБМ – 19, СБМ – 20.

Лічильник Гейгера – Мюллера призначений для реєстрації бета- і гамма-випромінювання.

Паспортні дані лічильника Гейгера-Мюллера СБМ-20

- 1.Номінальна робоча напруга— 400 В.
- 2.Протяжність плато — 100 В.
- 3.Вимірювання чутливості лічильника на протязі всього ресурсу не перевищує $\pm 20\%$.

4. Власний фон — не більше 1 імпульс/сек.

6. Амплітуда імпульсу — 50 В.

7. Діапазон реєстрованої потужності — (0,001...10) мкР/сек.

8. Четливість до випромінювання — 460 імпульс/сек.

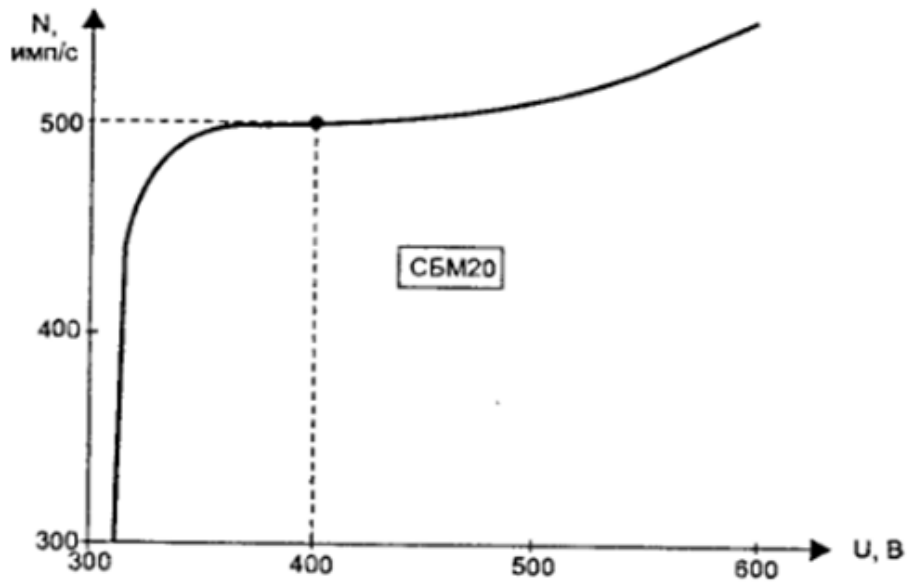


Рис.7. Залежність швидкості підрахунку від напруги живлення

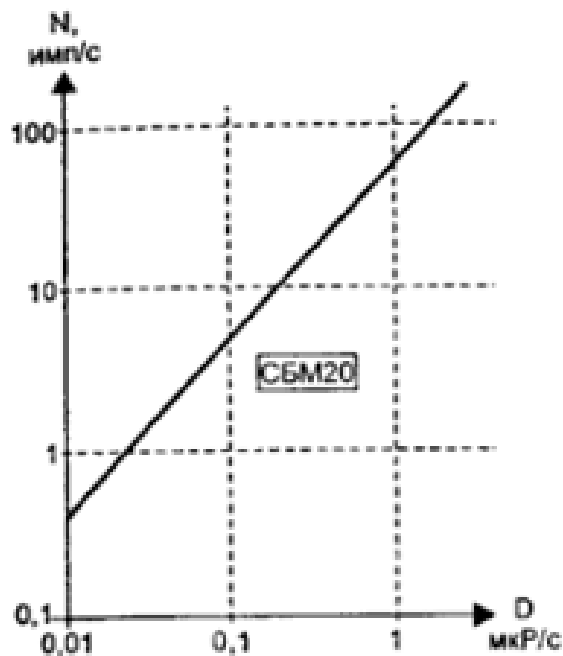


Рис.8. Залежність швидкості підрахунку від рівня радіації

2.1.2 Мікроконтролер АТМega8

Для виконання даної роботи був використаний мікроконтролер АТМega8 виконаний в корпусі PDIP. Його блок схема вказана на рисунку.

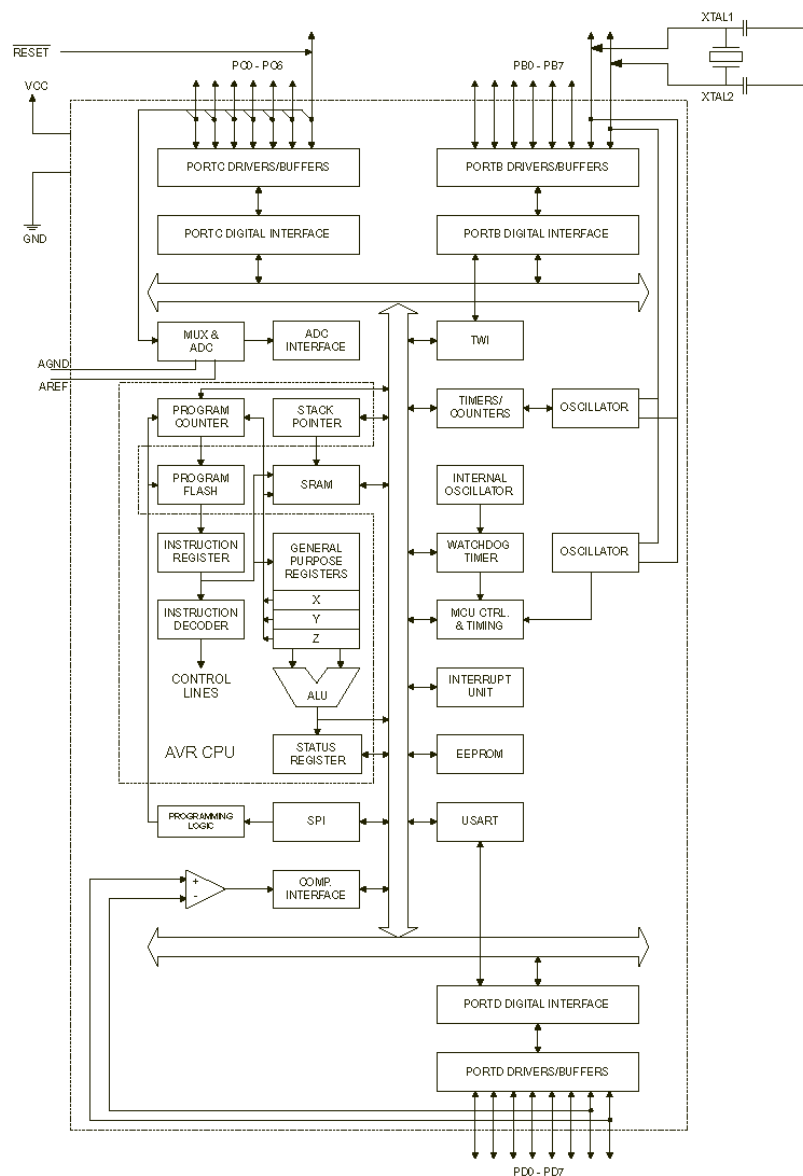


Рис.9. Блок схема мікроконтролера АТМega8.

Мікроконтролер АТМega8 складається з таких основних блоків:

1. 8-розрядний АЛП;
2. 32 восьмибітних реєстри загального користування;

3. 256 байт енергонезалежної EEPROM пам'яті;
4. 8 Кбайт пам'яті виконаній по технології Flash;
5. 1 Кбайт оперативної пам'яті;
6. Два 8-розрядних таймера / лічильника;
7. 16-розрядний таймер / лічильник;
8. 8 каналний, 10 розрядний АЦП;
9. 3 канали ШІМ;
10. Двопровідний інтерфейс зв'язку USART, байт орієнтовний і програмований;
11. Інтерфейс зв'язку SPI, режими ведучий/ведений;
12. Сторожовий таймер з власним автономним генератором;
13. Аналоговий компаратор;
14. RC-генератор.

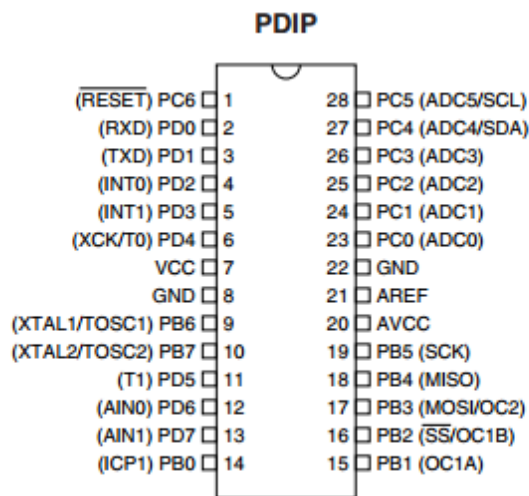


Рис.10. Розташування виводів мікроконтролера

VCC Напруга живлення.

GRND Заземлення.

AVCC напруга живлення АЦП.

AREF вхід опорної напруги для АЦП.

Порт В (PB7.. PB0) Два виводи (PB7, PB6) використовуються для підключення кварцевого резонатора та генератора тактової частоти. Виводи

PB5-PB2 використовуються для внутрисхемного програмування. PB1, PB0 - виводи загального призначення.

Порт С (PC5.. PC0) Виводи PC5-PC0 можна використовувати в якості аналогових входів. PC6 використовують для скидання.

Port D (PD7..PD0) Дані виводи можна використовувати для загального призначення.

2.1.3 LCD-дисплей LM016L

LCD-дисплей LM016L

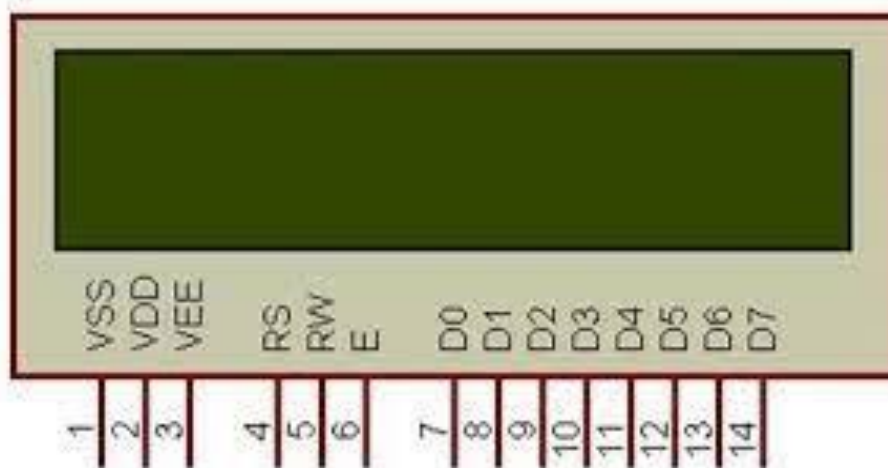


Рис.11. Загальний вигляд LCD-дисплею LM016L

1. Розміри 80 x 36 мм;
2. Робоча температура 0 ~ 50 ° С;
3. Підсвітка блакитна;
4. Колір символів білий;
5. Розмір символу 4.35 x 2.95мм;
6. Формат 16 x 2;
7. Розміри точки 0.5 x 0.5мм;
8. Інтерфейс HD44780;
9. Видима область 64.5 x 13.8мм;

2.2. Вимоги роботи та функціональна схема пристрою

Згідно поставленої мети до виконання даної роботи була розроблена функціональна схема пристрою. Було прийнято рішення скласти прилад із 7 блоків (рис.2.). Напруга живлення пристрою повинна бути рівна 5 В.

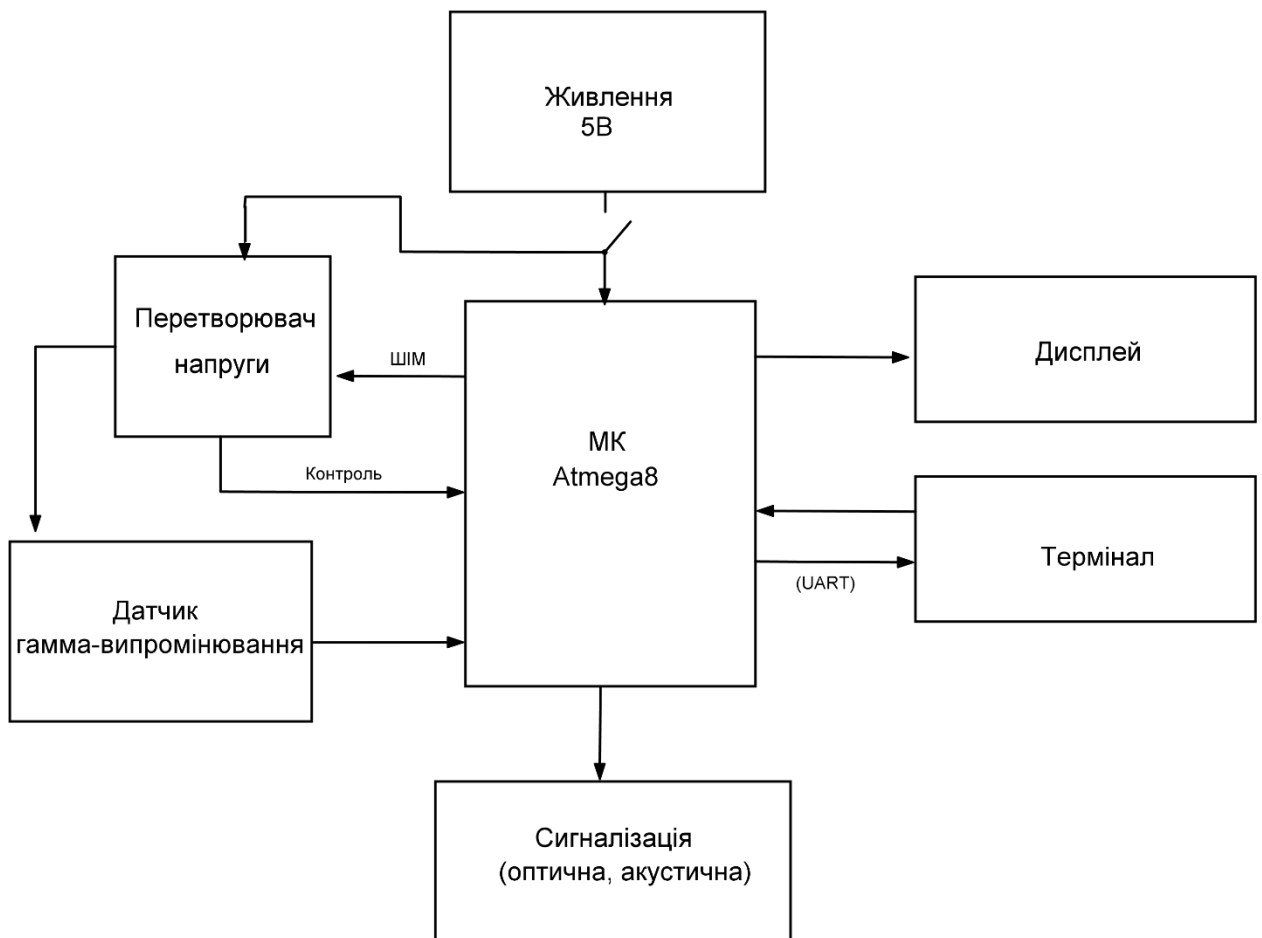


Рис.12. Функціональна схема приладу.

Кожен блок повинен виконувати певну функцію. Блок мікроконтролера (МК ATmega8) здійснює управління іншими блоками пристрою. Зокрема: генерує ШІМ сигнал для функціонування перетворювача напруги; здійснює контроль величини напруги, яка подається на датчик гамма-випромінювання; формує дані згідно протоколу UART для передачі даних на персональний комп'ютер, або інший пристрій (модуль wifi, bluetooth); забезпечує

функціонування по відображенню даних на LCD-дисплеї; визначає дозу та фон радіації в разі перевищення відповідних доз МК повинен вмикати світлову та звукову сигналізацію; контролює рівень напруги живлення.

Перетворювач напруги забезпечує величину напруги необхідної для живлення лічильника Гейгера-Мюллера в діапазоні від 380-420В. Вироблення заданої напруги здійснюється на основі ШІМ-модульованого сигналу з виходу таймера Т1, який працює в режимі ШІМ-модулятора. Контроль даної напруги здійснює МК використовуючи аналоговий компаратор. Датчик гамма-випромінювання побудований з використання лічильника Гейгера-Мюллера, який виробляє імпульсний сигнал, який поступає на вхід таймера Т0 мікроконтролера.

Управлінням LCD-дисплею повинно здійснюватися на основі цифрових кодів, які поступають із цифрових портів вводу/виводу. LCD-дисплей повинен працювати в режимі 4-х розрядної передачі даних. Світлова і звукова сигналізація містить відповідно червоний світлодіод і п'єзоелектричний звуко- випромінювач.

2.3. Розробка та розрахунок принципової електричної схеми

Принципова електрична схема побудована відповідно до функціональної схеми пристрою (рис.). Розрахунок компонентів даної схеми проводились відповідно до вимог забезпечення нормального функціонування МК.

Для отримання високої напруги, використовується напруга самоіндукції на індуктивності L1, в момент переривання струму транзистором VT1, який працює в режимі ключа, випрямляється діодом VD1 і заряджає конденсатор С3. Дана напруга забезпечує живлення лічильника Гейгера-Мюллера. Для обмеження струму, який проходить через лічильник використовується п'ять резисторів під позначення R4 номіналом 2 МОм. Коефіцієнт поділу дільника напруги

$$R4/R8=10^7/10^5=100$$

забезпечує амплітуду імпульсу приблизно 4 В, який подається на вивід 6 МК до якого підключений лічильник Т1, що працює в режимі підрахунку. Коефіцієнт поділу дільника напруги

$$R3/R9=10^7/18*10^3=555$$

забезпечує подачу напруги величиною 0,7 В на вивід 12 до якого підключений вихід компаратора. На інший вихід компаратора (вивід 13) подається напруга спаду на діоді VD4 (0,7 В). Резистор R11 забезпечує проходження струму 4мА. При перевищенні напруги на R18 мікроконтролер виключає ШІМ модулятор сигнал з якого подається на базу транзистора VT1. Резистор R5 обмежує вхідний базовий струм транзистора.

Резистор R10 обмежує величину струму, який проходить через світлодіод VD5 у даному випадку величина струму буде рівна

$$I=5-2,5/240=10\text{мА}$$

Діоди Шоттки VD2,VD3 забезпечують захист входів мікроконтролера від напруги, яка перевищує напругу живлення. Якщо напруга на входах МК буде вищою діоди відкриваються, що приведе до підвищення напруги на виводі живлення мікроконтролера. Резистор R2 є підтягуючий. Він виключає можливість несанкціонованого скиду лічильника. Його величина регламентується виробником. Резистори R6 і R7 використовуються, як дільник величини напруги живлення з коефіцієнтом поділу 2. Напруга, яка подається з виводу дільника 24 першого каналу модуля аналогового цифрового перетворювача дає можливість контролювати величину напруги живлення порівнюючи її з внутрішньою опорною напругою 2,56 В.

П'єзокерамічний випромінювач BQ підключений до другого розряду порту вводу/виводу PD2 (вивід 4) величина струму, яка може бути виведена з порту забезпечує його нормальне функціонування. Конденсатори С1-С6 використовується для погашення короткотривалих імпульсних викидів напруги, що можуть привести до несанкціонованого спрацювання функціональних модулів мікроконтролера.

Керування LCD-дисплея, що працює в режимі чотирьох-розрядних даних здійснюється цифровими виводами порту В (PB0,PB2-PB7).

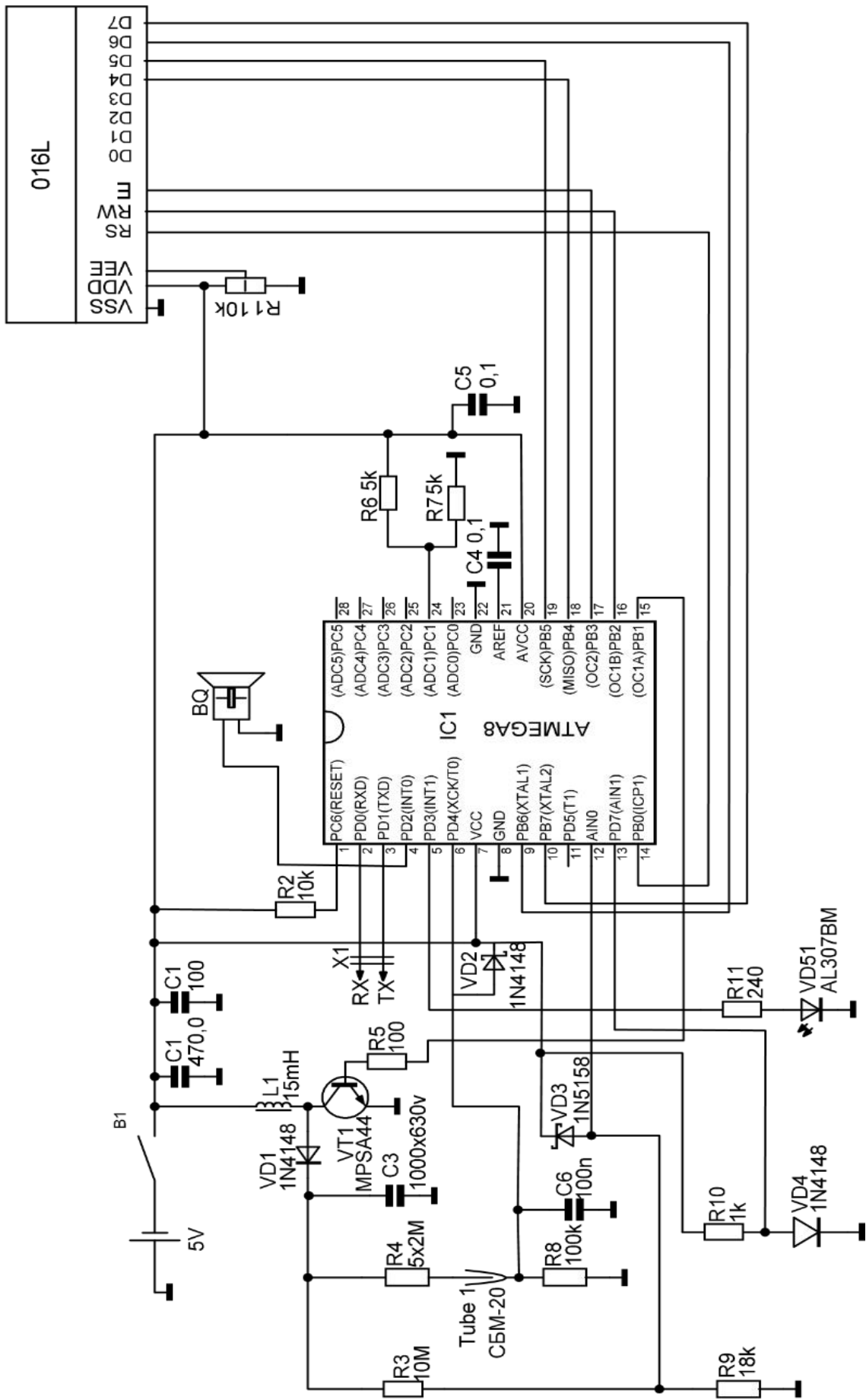


Рис.13. Принципова електрична схема приладу.

2.4 Алгоритм функціонування вбудованого програмного забезпечення

Для забезпечення повної функціональності пристрою програмне забезпечення мікроконтролера повинно працювати згідно алгоритма на рис.

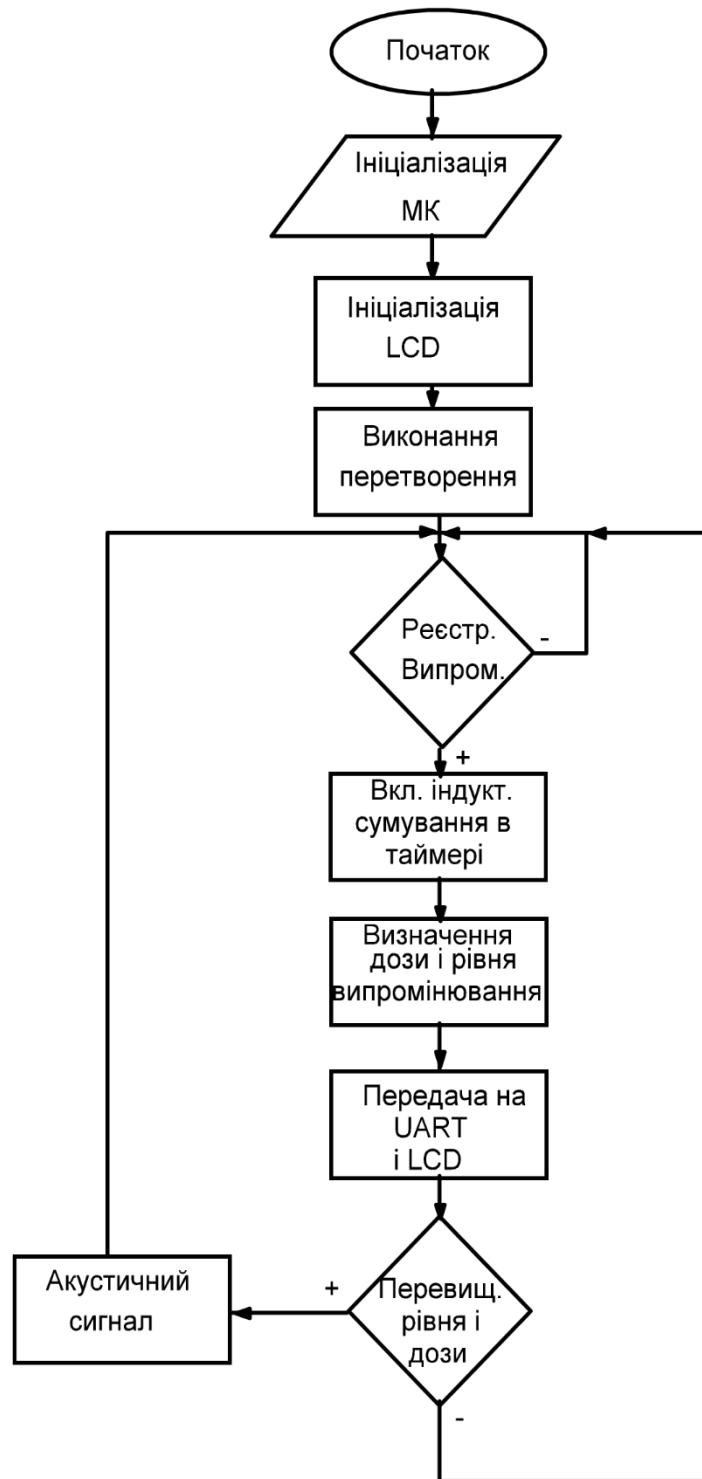


Рис.14. Алгоритм функціонування програмного забезпечення.

Після включення живлення повинна відбуватися ініціалізація мікроконтролера, що включає в себе налаштування портів вводу/виводу, таймерів T0, T1, T2, АЦП, компараторів, блоку UART. Ініціалізація LCD-дисплея включає в себе задання режиму роботи з 4-х розрядними даними. Блок включення перетворювача забезпечує перетворення напруги 5 В в 400 В для живлення лічильника. Умовний блок реєстрації випромінювання, який має часову затримку, яка задається таймером T2 (відповідно до параметрів лічильника), призупиняє подальше виконання програми. Після часової затримки здійснюється зчитування даних з таймера T0. На основі цих даних здійснюється розрахунок фону випромінювання і включення світлової індикації. В подальшому відбувається вимірювання дози радіоактивного випромінювання. На основі цих даних формуються інформація для передачі на LCD-дисплей і по інтерфейсу UART.

На LCD-дисплеї інформація представляється в наступному вигляді: доза, час за який отримана дана доза і рівень фону передаються в десятковій системі числення в форматі ASCII.

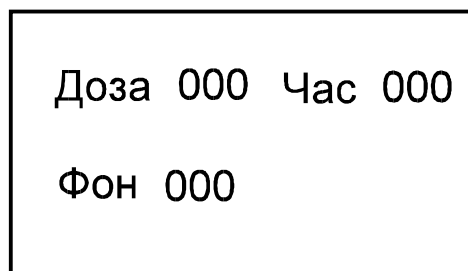


Рис.15. Зображення на LCD-дисплеї

По інтерфейсу UART передаються дані в наступному форматі

Старт байт	Дані	Стоп байт
Ø1	"Доза" "Дані Д" "Час" "Дані Ч" "Фон" "Дані Ф"	Ø2

Рис.16. Порядок передачі даних по інтерфейсу UART

Формат даних «Дані Д», «Дані Ч», «дані Ф» передаються в десятковій системі числення в форматі ASCII.

Якщо буде на основі даних визначено перевищення рівня або дози радіації повинна спрацювати акустична сигналізація.

2.5 Моделювання роботи радіометра-дозиметра

Для моделювання роботи на роботоздатність пристрою радіометра дозиметра згідно заданої схеми на рис було використано систему автоматизованого проектування систему Proteus, яка дозволяє на рис дане середовище дозволяє поетапно налагодити взаємозв'язок апаратної та програмної частини.

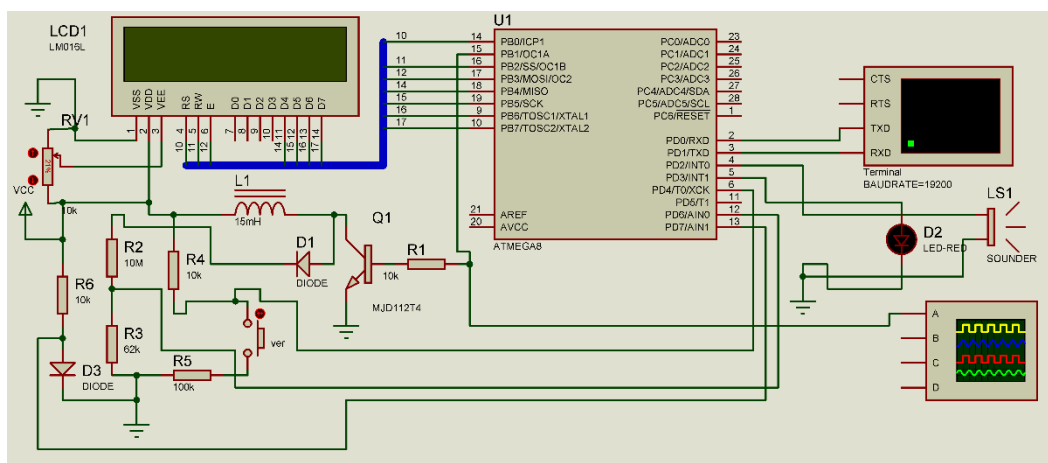


Рис.17. Вигляд схеми дозиметра-радіометра в середовищі моделювання Proteus.

Було здійснено моделювання функціонування розробленого нами пристрою шляхом використання програмного коду, який забезпечує функціонування процесорного ядра та периферії мікроконтролера. Результати моделювання вказують на те, що розроблена нами схема є функціонально придатною.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи було:

1. Розроблено алгоритм функціонування приладу;
2. Розроблено та розраховано принципіальну схему пристрою;
3. Налагоджений саморегульований перетворювач напруги живлення для датчика гамма-випромінювання;
4. Розроблено алгоритм роботи програмне забезпечення для мікроконтролера.
5. Промодульовано та вироблено функціонування пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. Курс лекций
2. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. — М.: ЭКОМ, 2002.
3. Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николич Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования - Digital Integrated Circuits.
4. Гостев В.И. Системы управления с цифровыми регуляторами.
5. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR. Схемы, алгоритмы, программы.
6. Трамперт. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров_2006.
7. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. СПб.2004г.528с.ил.
8. Голубцев М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному/ Голубцев М.С. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 288 с.
9. Виноградов Ю.А. Ионизирующая радиация: обнаружение, контроль, защита / Виноградов Ю.А. — М.: СОЛОН-Р, 2002, 224 с.
10. Фюнфер Э., Нейерт Г., Счётчики излучений, пер. с нем., М., 1961;
11. Векслер В., Грошев Л., Исаев Б., Ионизационные методы исследования излучений, 2 изд., М., 1950.

Додаток 1

Техніка безпеки

Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком користування електричними приладами необхідно перевірити:

відповідність напруги приладу та розетки, до якої підключається прилад;

відповідність штекеру та розетки, до якої підключають пристрій;

справність розетки (візуально), до якої буде підключатись електроприлад;

справність електропроводки приладу (вилки, шнура, місця їхнього з'єднання, відсутність пошкодження ізоляції проводу);

встановлення приладу у вертикальному положенні;

відсутність зовнішніх механічних пошкоджень приладу;

відсутність поблизу легкозаймистих речовин.

При необхідності використання подовжувача, використовувати тільки 3-х провідний подовжувальний шнур заводського виготовлення, та який має вилку з 2-ма контактами, заземлюючий отвір і 2 заземлюючі пластини.

Встановити прилад на негорючій основі (підкладці) на рівній площині і на достатньо відкритому просторі, щоб забезпечити його правильну вентиляцію.

Відстань між електроприладами і стінами повинні вигримуватись згідно із «Інструкціями з експлуатації електроприладів», наданих заводом виробником, правилами пожежної безпеки. Відстань повинна давати змогу безперешкодного вимкнення приладу від електромережі у разі необхідності.

Включити електроприлад у електромережу.

При виявленні пошкоджень, несправностей електроприлад не включати.

Повідомити особу відповідальну за електробезпеку.

Вимоги безпеки після завершення користування електрообутовими приладами.

Відключити електрообутові прилади та від'єднати провід живлення від розетки електромережі. При цьому слід пам'ятати, що, від'єднуючи вилку

електроприладу від розетки, слід тримати її за корпус, а не смикати за провід живлення, аби не потрапити під дію електричного струму.

Витримати час щоб електроприлад охолов, при необхідності, протерти його та ущільнювачі дверцят вологою серветкою.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У разі небезпеки негайно вимкнути електропобутовий прилад, від'єднати його від електромережі.

У разі виникнення пожежі (ознак горіння), повідомити керівника та, при необхідності, викликати представників пожежної охорони за телефоном (101) та вжити можливих заходів щодо евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі наявними засобами пожежегасіння та збереження обладнання, дотримуючись порядку дії при ліквідації пожежі. При цьому пам'ятати, що гасіння електротехнічних пристроїв, що знаходяться під напругою, виконується тільки після їх попереднього відключення від електромережі і здійснюється за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників, а в окремих випадках – сухим піском.

В разі необхідності, надати потерпілому першу допомогу згідно з інструкцією з надання першої домедичної медичної допомоги, що діє на Підприємстві. У разі подальшого погіршення самопочуття людини, не зупиняючи надання першої медичної допомоги, вжити заходів щодо виклику за телефоном (103) швидкої медичної допомоги.