

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування

Назва теми

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма «Телекомунікації та радіотехніка»

Шифр КПТР 2018005.01.13.00ПЗ

Виконав: здобувач 4 курсу, група ТР1-18-1



Підпис

Ю.О. Ососков
Ініціали, прізвище

Керівник:



1.06.22

Підпис, дата

О.С. Пивовар
Ініціали, прізвище

Нормоконтроль:



3.06.22

Підпис, дата

В.І. Стецюк
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав.кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних
технологій



06.06.22

Підпис, дата

С.К. Підченко
Ініціали, прізвище

___6___ червня ___2022___ р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інформаційних технологій*

Кафедра *телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій (ТМІТ)*

Освітній рівень *бакалавр*

Галузь знань *17 «Електроніка та телекомунікації»*

Шифр і назва

Спеціальність *172 «Телекомунікації та радіотехніка»*

Шифр і назва

Освітня-професійна програма *«Телекомунікації та радіотехніка»*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТМІТ



3.03.22

Підпис, дата

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ**

Осокову Юрію Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові здобувача

1 Тема проєкту *Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування*
керівник проєкту *Пивовар Олег Сергійович, к.т.н, доцент*

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від «1» березня 2022р. № 18.

2 Строк подання студентом проєкту на кафедру: 20.05.2022р.

3 Вихідні дані до проєкту *Ескіз та загальні принципи побудови виконавчого пристрою мішені типу «біжучий кабан» для застосування в умовах тирів під час підготовки спортсменів із нульової стрільби. Рушійний агрегат – кроковий двигун, напруга живлення 5-12В постійного струму, взаємодія із модулем керування – кабель UTP, кінцеві давачі – оптопара, дальність до кінцевих давачів до 5 м. Забезпечити схемотехнічний захист від синфазних наведень в лінії та неправильного прийому команд. Загальна маса – до 2кг.*

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Техніко-економічне обґрунтування побудови тирів для стрільби по біжучим мішеням із пневматичних та мілкокаліберних гвинтівок на відстані до 50м. 2. Аналіз принципів роботи виконавчих модулів керування мішенню та схемі взаємодії із модулями керування та відеофіксації результатів стрільби. 3. Розробка інтерфейсу взаємодії із модулем налаштувань режимів. 4. Схемотехнічні розрахунки та розрахунки надійності.,

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схеми електрична структурна системи та пристрою. 2. Схеми електричні принципи пристрою та сенсорного модуля. 3. Демонстраційні плакати.

6 Консультанти розділів кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 3.03.2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Вибір тематики проекту</i>	<i>до 1.03.22</i>	<i>обрано</i>
2	<i>Аналіз початкових даних проекту</i>	<i>до 5.03.22</i>	<i>виконано</i>
3	<i>Написання вступу та 1 розділу</i>	<i>до 15.03.22</i>	<i>виконано</i>
4	<i>Написання 2 розділу</i>	<i>до 15.04.22</i>	<i>виконано</i>
5	<i>Оформлення креслення структурної та функціональної схеми</i>	<i>до 15.04.22</i>	<i>виконано</i>
6	<i>Написання 3 розділу</i>	<i>до 1.05.22</i>	<i>виконано</i>
7	<i>Оформлення креслення принципової схеми та демонстраційних плакатів</i>	<i>до 10.05.22</i>	<i>виконано</i>
8	<i>Компоновка та формування висновків</i>	<i>до 15.05.22</i>	<i>виконано</i>
9	<i>Корекція зауважень керівника</i>	<i>до 17.05.22</i>	<i>виконано</i>
10	<i>Підготовка доповіді, оформлення документів супровіду проекту</i>	<i>до 18.05.22</i>	<i>виконано</i>
11	<i>Подання готового проекту на попередній захист</i>	<i>20.05.22</i>	<i>виконано</i>
12	<i>Корекція зауважень під час попереднього захисту</i>	<i>до 01.06.22</i>	<i>виконано</i>
13	<i>Рецензування, антиплагіат, підписи</i>	<i>до 06.06.22</i>	<i>виконано</i>

Здобувач


Підпис

Ю.О. Ососков
Ініціали, прізвище

Керівник проекту


Підпис

О.С. Пивовар
Ініціали, прізвище

№рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екземпл.	Примітка
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4	A4		Завдання на дипломний			
5			проект	1		
6	A4		Календарний план	1		
7	A4		Реферат (укр./англ.)	2		
8	A4	КПТР2018005.01.13.00ПЗ	Пояснювальна записка	74		
9	A4	КПТР2018005.01.13.00ПЕЗ	Перелік елементів	3		
10	A4	КПТР2018005.01.13.02ПЕЗ	Перелік елементів	1		
11	A4		Копії креслень	2		із форм.А1
12	A4		Копії довідок антиплагиату	1		
13	A4		Рішення каф. про допуск	1		
14	A4		Копія відгуку рецензента	1		
15	A4		Копія відгуку керівника	1		
16	A4		Копія заяви про академічну			
17			добросесність	1		
18						
19			<u>Документація графічна</u>			
20						
21	A2	КПТР2018005.01.13.00Е1	Схема електрична структурна	1		
22	A3	КПТР2018005.01.13.10Е1	Схема електрична структурна	1		
23	A3	КПТР2018005.01.13.02Е3	Схема електрична принципова	1		
24	A1	КПТР2018005.01.13.00Е3	Схема електрична принципова	1		
25			Демонстраційні плакати	10		
26						
27						

					КПТР 2018005.01.13.00 ВП			
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Осоков Ю.О.			Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Пивовар О.С.				у	1	1
Н.контр.		Стецюк			ХНУ, ФІТ			
Затверд.		Підченко С.К.						
					Відомість проекту			

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проекту:

«Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування».

Автор роботи: Ососков Юрій Олександрович.

Керівник роботи: канд. техн. наук, доц. Пивовар Олег Сергійович.

Пояснювальна записка: 61 сторінка, 23 рисунки, 5 таблиць, 21 джерело.

Графічна частина: 4 креслення, 8 презентаційних слайдів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ШКІЛЬНИЙ ТИР, МІШЕНЬ, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, ВИКОНАВЧИЙ АВТОМАТ, ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ІНТЕРФЕЙС.

Метою кваліфікаційного проекту є розробка пристрою для керування рухомою біжучою мішені в вогняній зоні шкільних стрільбищ, що відрізняється зменшеною вартістю, доступністю компонент, високою ремонтпридатністю та надійністю взаємодії із пультом керування під час експлуатації.

Проект присвячений розгляду структурної та схемотехнічної побудови виконавчої частини системи керування рухомою мішенню для пневматичної кулевої стрільби в шкільних тирах. Проведено розгляд питань організації шкільного тиру, розглянуто аналогічні рішення, сформовано технічне завдання для конструювання. Розроблено оригінальний інтерфейс та структурну декомпозицію. Розроблена конструкторська документація структурних та електричних схем виконавчого автомату рухомої мішені. Проведено необхідні електричні розрахунки для підтвердження працездатності прийнятих схемотехнічних рішень. Проведено попередній аналіз надійності. Працездатність пристрою підтверджена лабораторним макетуванням та комп'ютерним моделюванням.

Ю.О. Ососков

Ініціали, прізвище здобувача



25.05.2022

Підпис, дата

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП.....	9
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ	11
1.1 Загальні положення про склад тирів	11
1.1.1 Склад та розміщення шкільних тирів.....	11
1.2 Облаштування тирів у школах	14
1.2.1 Базові вимоги щодо облаштування тирів у школах.....	14
1.2.2 Захист вогняної зони шкільного тирів	16
1.2.3 Освітлення шкільних тирів.....	18
1.2.4 Мікроклімат у шкільних тирах	19
1.3 Керування рухом мішені.....	20
1.3.1 Вимоги до організації керування рухом мішені.....	20
1.3.2 Вогняна зона тирів із біжучими мішенями.....	23
2 СХЕМОТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	28
2.1 Огляд аналогів	28
2.1.1 Системи рухомої мішені типу біжучий кабан.....	28
2.1.2 Система біжучої мішені шкільного тирів «Вінниця 2005».....	30
2.2 Розробка технічного завдання на виріб.....	34
2.2.1 Загальні відомості про розробку	34
2.2.2 Склад виробу, що розробляється	35
2.2.3 Технічні характеристики системи керування рухомої мішені	36
2.2.4 Вимоги до надійності під час експлуатації.....	38
2.3 Конструкція та взаємодія блоків під час експлуатації	38
2.3.1 Виконавчий пристрій та його структура.....	38

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ							
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Виконавчий пристрій рухомої мішені системи віддаленого керування Пояснювальна записка			Літера	Аркуш	Аркушів		
Розробив	Осошков								6	74		
Перевірив	Пивовар							ХНУ, ФІТ				
Н. контр.	Стецюк											
Затв.	Підченко											

2.3.2	Віддалений інтерфейс пульта керування	41
2.4	Електричний привід пересування мішені	44
2.4.1	Вибір типу приводу	44
2.4.2	Вибір типу крокового двигуна	46
2.4.3	Драйвер крокового двигуна.....	47
2.5	Розрахунок тактових частот	49
3	РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ.....	51
3.1	Схема електрична структурна.....	51
3.2	Інтерфейс взаємодії пульта керування.....	54
3.2.1	Схема передачі сигналів	54
3.2.2	Драйвер інтерфейсу пульта керування.....	56
3.3	Розробка окремих модулів	58
3.3.1	Блок диференційного приймача.....	58
3.3.2	Блок диференційного передавача	61
3.3.3	Блок підсилювача струму керування.....	63
3.4	Попередній розрахунок надійності.....	67
ВИСНОВКИ		71
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		73

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АПР – аналоговий пристрій

БЖ – блок живлення

ДКД – драйвер крокового двигуна

ОБР – оптичний блок фіксації результатів стрільби

РМШ – рухома мішень типу «біжучий кабан»

НМШ – нерухома стандартна кільцева мішень

УТР – неекранований кабель із перевитих пар дротів

КЦС – кінцевий сенсор

КМОН – технологія комплементарної метал-окислової логіки

ЦПР – пристрій цифрової обробки

ККД – коефіцієнт корисної дії

МС – інтегральна схема середнього та низького рівня інтеграції

ДФП – диференційний підсилювач

КДВ – кроковий двигун

ТСОУ – товариство сприяння оборони України

ФСУ – федерація стрілецького спорту України

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Стрілецькі види спорту в Україні масово культивуються із давніх давен. Ще за часів СРСР пневматичні тири розташовувались як в громадський місцях так і в навчальних закладах: школах, вищих навчальних закладах (ВУЗ), в парках розваг та відпочинку, тощо. Більш досконалі приміщення для тренувань із потужнішої зброї – дрібнокаліберної гвинтівки також були поширені, та розташовувались у підвальних приміщеннях великих загальноосвітніх шкіл, у ВУЗах, спеціалізованих товариствах та відомствах, практично всіх обласних та районних центрів України. Також чимало стрільбищ було обладнано у великих громадах сіл на околицях, де в рамках початкової військової підготовки допризивна молодь України мала можливість правильно навчатись та поводитись із стрілецькою зброєю [1-3].

На превеликий жаль, на теперішній час, як вказувалось у виступі президента федерації стрілецького спорту, в Україні практично зникли тири для масової стрілецької підготовки молоді, що неприпустимо в умовах відкритої агресії Росії. Загалом в Україні стрілецький спорт поширений практично в кожному регіоні, але кількість відділень на даний час є занадто малою, що цей спорт увійшов в масовість. За вимог Президента України та зважаючи на військовий стан та неприховану віроломну агресію сусідньої Росії, в нашій Державі слід серйозно відновлювати і розвивати військово-патріотичне виховання молодого покоління із урахуванням успішного володіння стрілецькими навичками.

Хоча за роки незалежності України збудована певна кількість професійних тирів та стрільбищ за приватного фінансування, але вони, на жаль, не доступні широкому колу відвідувачів та за своїми характеристиками часто не відповідають міжнародним вимогам стрілецького спорту для проведення змагань. Загалом із професійної точки зору в Україна має лише одну професійну стрілецьку базу олімпійської підготовки, що устаткована електронними

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

-
засобами старого покоління, що не відповідають сучасним вимогам до проведення міжнародних стрілецьких змагань.

Багато колишніх стрільбищ та приміщень для стрільби приватизовано та переведено у нецільове використання, за часів до 2016 р. Товариство сприяння оборони України (ТСОУ) тільки формально культивує стрілецький спорт, а фактично не має баз та стрільбищ. В результаті такого стану фактично стрілецькі види спорту культивуються в Україні напівлегально, наприклад, в «Законі про спорт» такий вид спорту фактично не прописаний!

ФСУ вимагає від Верховної ради, щоб в кожному загальноосвітньому закладі був хоча б тир для стрільби із пневматичної зброї під керівництвом інструктора, а до програми навчань слід ввести окремий урок із стрілецької підготовки. Також в усіх адміністративних одиницях України необхідно щоб приміщення та стрільбища для стрільби із мілкокаліберної зброї на відстанях до 100м, де після певної теоретичної підготовки допризовники вчаться виконувати стрілецькі вправи по нерухомим, а згодом і рухомим мішеням із різних положень тіла [3].

Зважаючи на сказане, розробка засобів автоматизації тирів та стрільбищ із мінімальними ціновими показниками для швидкого розгортання в умовах навчальних та спортивних закладів є на даний час актуальним та своєчасним завданням для фахівців із радіоелектронної та телекомунікаційної галузі.

Метою кваліфікаційного проекту є розробка пристрою для керування рухом біжучої мішені в вогняній зоні шкільних стрільбищ, що відрізняється зменшеною вартістю, доступністю компонент, високою ремонтпридатністю та надійністю взаємодії із пультом керування під час експлуатації.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ

1.1 Загальні положення про склад тирю

1.1.1 Склад та розміщення шкільних тирів

Стрілецький тир є особливим чином організоване приміщення або споруда на відкритому повітрі для проведення безпечної для оточуючих пострілів із стрілецької зброї різних класів невеликих калібрів: бойової, мілкокаліберної, пневматичної, не вогневої стрільби, тощо[2].

Конструктивні особливості побудови тирів визначаються необхідністю встановлення зовнішніх огорож зони потрапляння результатів пострілів і різноманітних пристроїв перехоплення хибно спрямованих або куль, що потрапляють у різні боки рикошетом.

За розміщенням тирю поділяють на: відкритого типу, напівзакритого типу та закритого типу, що устатковуються в приміщеннях, переважно підвальних. Шкільні тирі у містах та містечках, що розглядаються в цій роботі, в подавляючій більшості є тирами закритого типу і устатковуються у підвальних або напівпідвальних приміщеннях навчальних закладів загальноосвітніх шкіл. Часто у сільських школах відсутні підвальні приміщення і там тирі устатковують як тирі напівзакритого типу, заглиблені у ґрунт, або побудовані із бічними стінами із куленепробивних матеріалів.

Застосування тирів спрощеного типу, де вогнева зона будується на базі сталевих труб або цегляних та бетонних блоків із бетонними перекриттями для шкільних тирів не припускається.

Основними складовими тирів є стрілецький павільйон та вогняна зона[1,2].

Вогняною зоною (рис.1) називають частину навколишнього простору, що призначена для санкціонованого ураження кулями користувачів, що виконують

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

стрілбу. Вогняна зона поширюється між лінією вогні, де розташовано стрільці і кулесприймачем, що призначено для погашення кінетичної енергії кулі. Кулесприймач має бути захищений із усіх горизонтальних боків та зверху куленепробивними стінами.

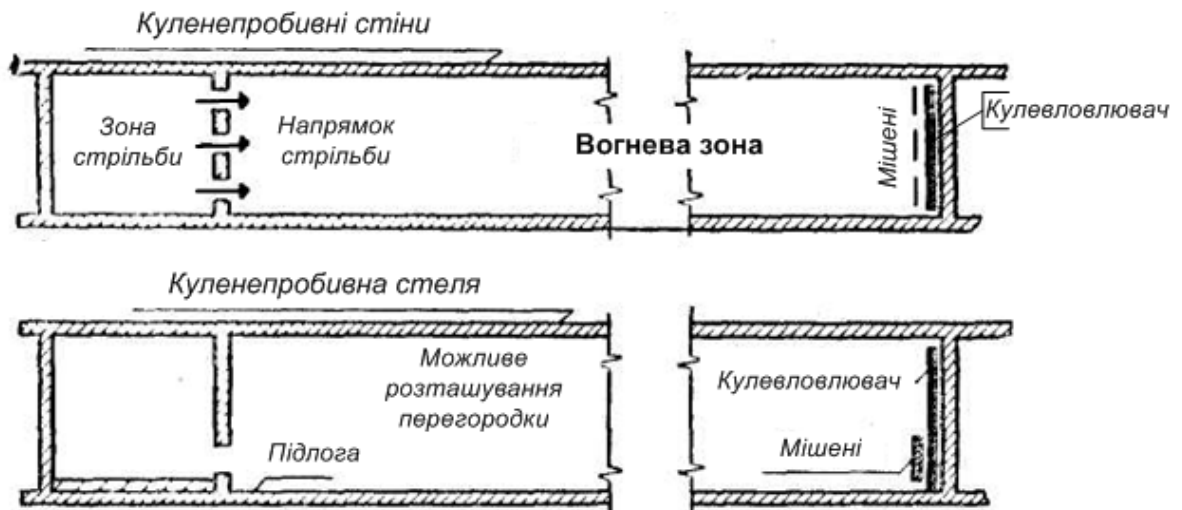


Рисунок 1 – Приклад розташування елементів тира закритого типу

Якщо стрільба проводиться у тирах закритого типу то функцію захисту реалізують закриті стіни приміщення. У напівзакритих типах тирів, блокування зверху відсутнє, тому для перехоплення кулі, що прямують вгору, на траверсі лінії вогню встановлюють захист, що називають поперечним перехопленням. Також захист має бути встановлений і на лінії вогню таких тирів, для цього служать прикриття та козирки в зоні розташування стрілецької зброї та стрільців.

Що торкається шкільних тирів, то їх вогняна зона має вигляд подовженого вздовж лінії вогню прямокутника, із розмірами, що відповідають розмірам шкіль та вимогам до виконання справ із стрільби, наприклад, для шкільного тира на дистанцію 25 м довжина вогняної зони може дорівнювати 26—32 м. Ширина вогняної зони шкільного тира найчастіше визначається шириною приміщення або проходів у приміщення, що виділено для навчання із стрілецького спорту.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Як правило у шкільних тирах закритого типу до стрільби на лінії вогню одночасно не може знаходитись більше 3 стрільців. У шкільних тирах напівзакритих типів, розміри вогняної зони по ширині визначаються кількістю стрільців, та складає в середньому 1,5 м із розрахунку на одного стрільця.

Висота вогневої зони (рис.2) закритих шкільних тирів рекомендується обирати не менше 2,0м, але в зоні куле приймачів висота має складати не менше 2,5м.

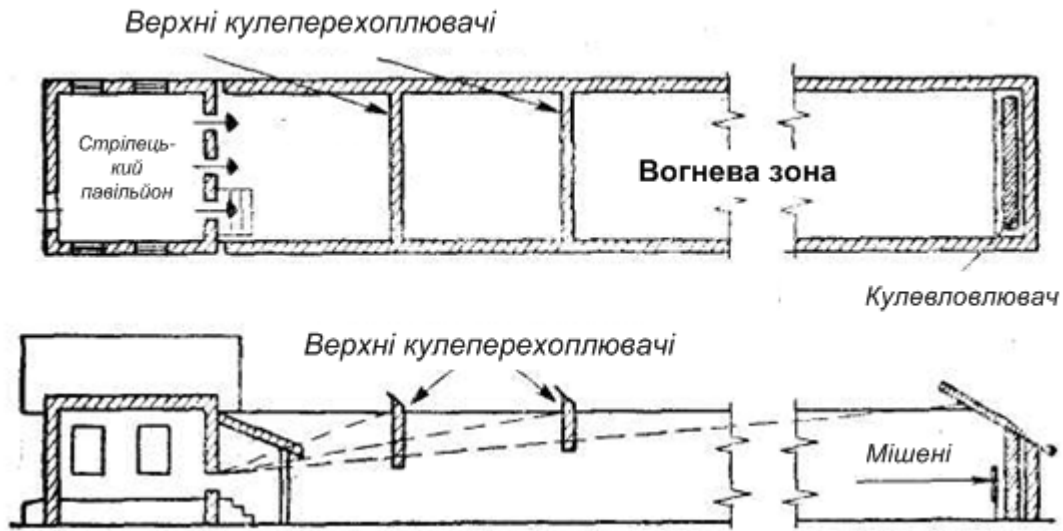


Рисунок 2 – Облаштування тиру напівзакритого типу

Підлога вогняної зони має бути горизонтальною або дещо схиленою у бік кулеприймачів із мішенями із рівнем ухилу до 0,003. Для уникнення рикошетів поблизу лінії вогню стрільці із стрілецькою зброєю мають бути розміщені не нижче 0,5м над рівнем підлоги, а майданчик стрільби піднятий над рівнем підлоги до 0,2м. Для тирів напівзакритого типу зона стрільби піднімається до 0,6м над рівнем підлоги[1].

Павільйон для стрільби може бути цілим комплексом приміщень. У закритих тирах він об'єднується із вогняною зоною і складає єдине ціле. У напівзакритих тирах павільйон відокремлено від вогневої зони але примикає до неї. Зона можливого потрапляння куль стрілецького павільйону називають стрілецькою галереєю, що призначена для зручного розміщення стрільців на

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

рубежі вогню. Зазвичай стрілецька галерея відокремлюється від вогневої зони безпечними перегородками, що утворюють бійниці для стрільби (стрілецькі місця) із різних положень тіла стрільців. Також в стрілецькій галереї мають бути облаштовані безпечні місця для судів під час стрілецьких змагань.

У приміщеннях тирів закритого типу (рис.3), вогняний рубіж відгороджується відкритим бар'єром висотою до 1,2 м.

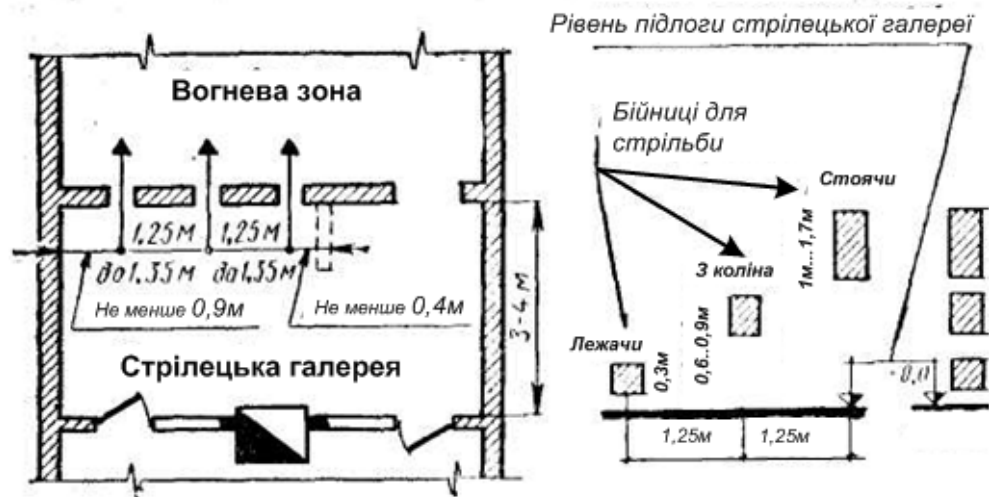


Рисунок 3 – Основні вимоги до стрілецької галереї та розміщення стрільців

Стрілецький павільйон також має вбирати в себе ряд допоміжних приміщень: кімнати для очікування, класи стрілецької підготовки, туалетні кімнати, бомбосховища, кімнати для зберігання зброї, тощо. Кількість та геометрія таких додаткових приміщень визначається під час проектних робіт по облаштуванню тиру.

1.2 Облаштування тирів у школах

1.2.1 Базові вимоги щодо облаштування тирів у школах

Під час розробки, проектування, будівництва і експлуатації шкільних тирів слід ретельно дотримуватись вимог щодо заходів безпеки під час виконання вправ із стрільби. Основні вимоги до шкільних тирів наступні[1,2]:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- 1) шкільний тир закритого типу має бути обов'язково захищено від стороннього проникнення та перебування людей і тварин у вогняній зоні;
- 2) бічні огорожі шкільного тиру мають не мають мати дверних та віконних отворів , хвірток, поглиблень, ніш, тощо.
- 3) шлях пересування до мішеней дозволяється після підтвердженого припинення стрільби тільки уздовж вогняної зони;
- 4) шкільний тир закритого типу на місцевості розміщують таким чином, щоб лінія вогню розташовувалась в напрямку півночі, а мішені на півдні стрілянина велася з півдня на північ. Це необхідно для забезпечення гарного освітлення мішеней та відсутності засліплення сонцем стрільців;
- 5) стрілецька галерея та всі її допоміжні приміщення шкільних закритих тирів мають мати штучне освітлення;
- 6) під час розробки та проектування тиру мають бути передбачення спеціальні окремі приміщення для очікування, занять із стрілецької підготовки, впорядкування зброї, тощо;
- 7) ряд мішеней слід встановлювати на відстані одна від одної, що відповідає розташуванню стрільців вздовж вогняного рубежу
- 8) висота розташування мішеней має відповідати горизонту зброї для різних позицій стрільця;
- 9) для кожного тиру має бути ретельно розроблена інструкція із експлуатації, що передбачає умови проведення стрілецьких вправ, правила поведінки осіб як в вогняній зоні так і в допоміжних приміщеннях;
- 10) під час експлуатації тиру також слід дотримуватись особливих правил пожежної безпеки, безпеки життєдіяльності, роботи із електроустаткуванням , тощо.

Під час розробки та підготовчих робіт директор школи і керівник із військової підготовки мають чітко визначити його тип, габарити, пропускну спроможність, склад, об'єм основних та додаткових будівельних робіт, потребу в робітниках і фінансуванні.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

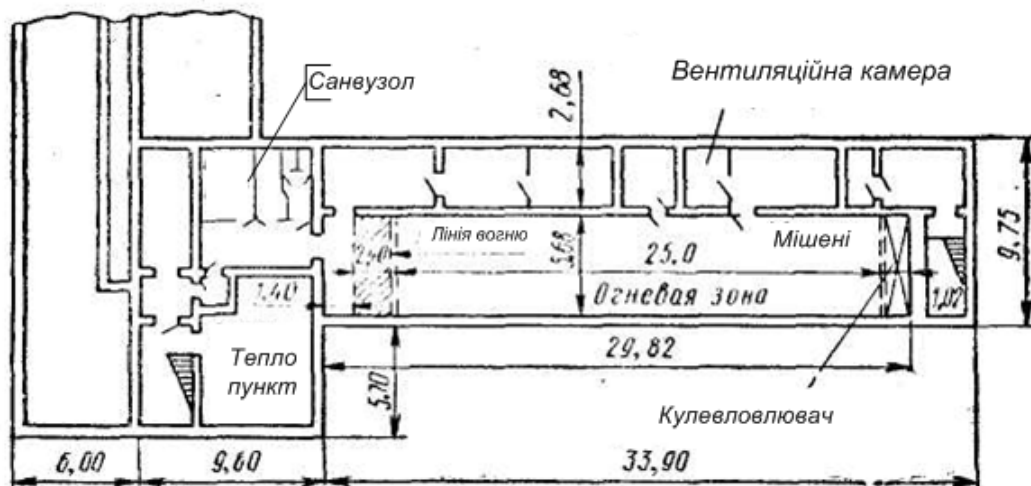


Рисунок 4 – Типова схема розташування приміщень шкільного стрілецького тиру закритого типу

Виходячи із зазвичай обмеженого фінансування шкіл, роботи по мінімальному устаткуванню тирів згідно вимог в загальноосвітніх навчальних закладах, де приміщення для тирів (рис.4) використовуються не за призначенням відносно прості і доступні із фінансової точки зору. Основні роботи припадають на організацію необхідного освітлення, вентиляції та облаштування зони мішеней.

1.2.2 Захист вогняної зони шкільного тиру

Для організації безпеки вогняних зон шкільних тирів, їх огорожі мають бути впорядковані [1,2], в першу чергу від проникнення куль через вікні та дверні пройми. Вікна та двері закривають двошаровими деревяними щитами товщиною від 4 до 5 см. Між щитами прокладається сталевий лист товщиною від 1, 5 до 2 мм. Стіни та стеля вогняної зони має бути куле пробивна із стрілецької зброї, що використовують у під час вправ із стрільби. Проект шкільного тиру вбудованого в підвал приміщення школи складають на базі планів шкільних ділянок шкільних будівель.

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КПТР 2018005.01.13.00ПЗ				

Кулеспіймач пневматичного тиру встановлюється позаду від мішеней на відстані 25см від стіни у вигляді дощатої перегородки за яку засипають куле утримуючий матеріал (шлак, пісок, тощо).

Елементи кулесприймача, що виступають всередину вогняної зони часто руйнуються прямими влучаннями та кулевими рикошетами. Для захисту таких несівних елементів від руйнування їх оббивають дерев'яними дошками завтовшки 2—3 см. Бетонну підлогу в зоні мішені покривають шаруватим дерев'яним настилом або щільно засипають землею. Допускається підлогу вогняної зони поверх бетонної основи покривати асфальтом, що не містить фракцію гравію

Всі дерев'яні несівні та кулесприймальні елементи (рис.5) у вогняній зоні мають бути покриті вогнетривкою просочкою. Наприклад, фарбування дерев'яних поверхонь на основі сіліканого водного розчину рідкого скла із додаванням мілкодисперсної крейди.

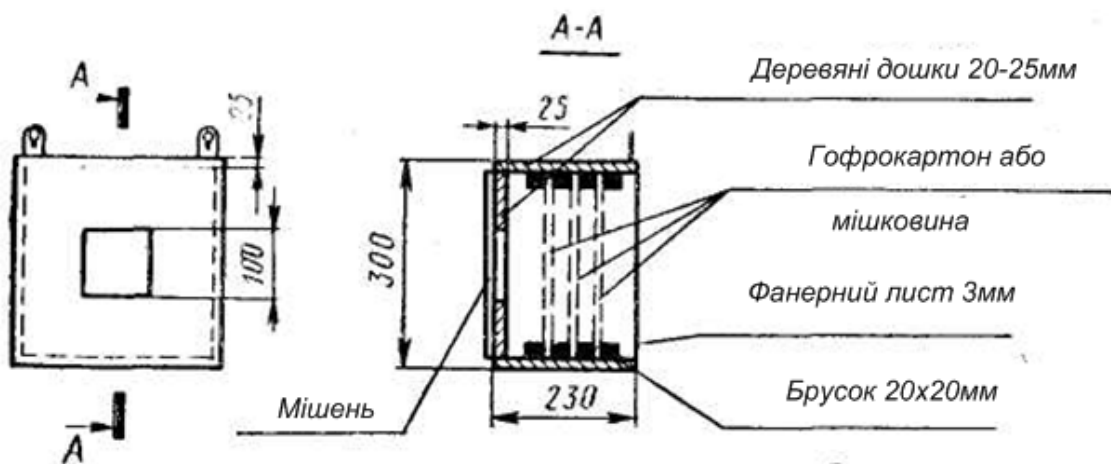


Рисунок 5 – Приклад устаткування куле уловлювача пневматичного шкільного тиру

Зазвичай в шкільних тирах проводяться вправи із мілкокаліберної зброї на дистанціях 10, 15, 20 і 25 м. Також в таких тирах допускається проводити вправи із стрільби з пневматичної зброї, в такому випадку розташування

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

-
вогняного рубежу і лінії вогню не змінюються, а мішені пересуваються на потрібну відстань. Позаду пересувних мішеней на підставках для пневматичної стрільби в рамках використання в закритих тирах допускається встановлення простих дощатих кулесприймачів.

У закритих шкільних тирах вогняна зона не відділяється від стрілецької галереї стінкою із бійницями, але майданчик лінії вогню має бути піднятий на рівнем підлоги і захищений позаду бар'єром, для обмеження доступу стрільців, що не беруть участь у виконанні вправ.

1.2.3 Освітлення шкільних тирів

Виконання вправ із стрільби в закритих шкільних тирах, через вимоги до блокування дверних та віконних проїм проводять за умов штучного освітлення. Рівень освітлення мішеней напряму впливає на результати виконання стрілецьких вправ. Потужне освітлення засліплює стрільця, а слабе призводить до перенапруження ока. Те і інше суттєво стомлює стрільців та негативно позначається на результатах стрільб. Найбільш оптимальне освітлення вогняної зони облаштовується таким чином, щоб потужність світлового потоку поступово зростала від лінії вогню до зони розташування мішеней[1,2].

Шкільних тирах із дистанцією стрілянини 25 м допускається освітлювати лише вогняну зону і зону розташування мішеней. Із численних досліджень виявлено, що освітлення вогняної зони має бути організовано розсіяним світлом, а його інтенсивність має складати 12-15лк. Отримати такий рівень освітлення можливо через використання світлодіодних світильників зворотного типу (у напрямку стелі) із потужністю 10-20Вт із розрахунку один світильник на 2 м ширини лінії вогню. Також можливо застосувати лінійні світильники із розсіювачами і це потребує вдвічі менше споживаної потужності за умови застосування сучасних світлодіодів із високим ККД за світловим потоком.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Зазвичай для шкільних тирів максимальною є дистанція стрільби у 25 м , для якої освітленість мішеней встановлюю на рівні 750лк. Освітлення зони мішеней допускається організовувати як із боку стелі, так і із інших напрямків. Найбільш досконалим вважають розміщення світильників на підлозі або під рівнем підлоги, в такому випадку ймовірність враження світильників кулями мінімальна, через переважний рух кінцівки ствола зброї вгору під час пострілу.

Зазвичай кількість мішеней в шкільних тирах не більше 3 і освітлення таких мішеней із заданою яскравістю можливо здійснити світлодіодним світильником із потужністю 20 Вт. На даний момент освітлення здійснюється за допомогою світлодіодних світильників, застосування ламп розжарювання не є економічним, а люмінесцентних ламп – безпечним.

1.2.4 Мікроклімат у шкільних тирах

Вимоги до шкільних тирів поширюються також і на забезпечення мікроклімату , зокрема на вентиляцію та опалення[1,2]. Температурні умови вогняної зони мають складати +12..15°C. Потреби у вентиляції організуються за допомогою примусових приточно-витяжних систем із підвищеним обміном повітря. В першу чергу вентиляція використовується для видалення порохових газів. Продуктивність вентиляційної системи визначається кількістю стрільців та об'ємом вогняної зони. Рекомендується елементи витяжної системи (канали, вентилятори, воздухозбірники) робити автономними із незалежним включенням – виключенням.

Вентиляцію вогняної зони організують таким чином, щоб рух повітря відбувався від патрубків подачі повітря, розміщених на стелі в бік тильної частини вогняної зони. Забороняється застосовувати витяжні елементи вентиляції в зоні стрілецької галереї через можливість задимлення бійниць або кута огляду мішеней.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Також не слід організовувати витяжну вентиляцію в зоні розташування мішеней для усунування задимлення та погіршення їх видимості. Витяжні отвори розташовують у вогняній зоні таким чином, що б декілька розташовувались у 2 м на стінах, а більша частина у стелі на відстані 4-6м від лінії вогню.

Колектор витяжних каналів виготовляють із покрівельного заліза та підводять до зовнішньої витяжної камери із коробом. Виводити відпрацьоване повітря у загальну шкільну систему вентиляції забороняється.

Потужність вентиляторів та перетини витяжних коробів мають бути ретельно розраховані відповідно норми, що розраховується на кожне стрілецьке місце із розрахунку мінімального повітряного обміну у 600 метрів кубічних за годину. За наявності ряду допоміжних приміщень для проведення стрільби, допускається в них використовувати загальну вентиляційну систему шкільної будівлі.

1.3 Керування рухом мішені

1.3.1 Вимоги до організації керування рухом мішені

Система керування рухомою мішенню має забезпечувати виконання встановлених міжнародних норм та правил для стрільби по рухомими мішеням із відстані 10 та 50 метрів. Як правило шкільний тир із рухомою мішенню важко облаштувати на відстань 50 метрів, тому будемо вважати тут і надалі, що вправи виконуються із відстані 10м із пневматичної рушниці або пневматичного пістолета.

Розгляд комплексу вправ необхідний для подальшого визначення структури інтерфейсу керування та кількості логічних каналів керування функціоналом в зоні розташування мішеней. Крім того важливі зазначені в правилах часові інтервали , швидкості пересування, кутові та лінійні розміри

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

-
об'єктів , способи автоматизації, тощо, для розробки схем та робочих креслень проекту.

Під час змагань із стрільби по рухомими мішеням із дистанції 10м виконуються такі вправи затверджені міжнародною федерацією стрілецького спорту[2]:

1) Вправа 30+30 пострілів:

a. Мішень рухається повільно, та має перетинати зону обстрілу за 5+0,2с, такий самий час виділяється для кожного пострілу. Для ураження мішені стрілкові попередньо надається 4 пробних постріли, а надалі 30 залікових пострілів.

b. Мішень рухається швидко, та має перетинати зону обстрілу за 2,5+0,1с, такий самий час виділяється для кожного пострілу. Для ураження мішені стрілкові попередньо надається 4 пробних постріли, а надалі 30 залікових пострілів.

2) Вправа 40 пострілів. Мішень рухається повільно або швидко у випадковому порядку справа наліво або зліва направо. Для ураження мішені стрілкові попередньо надається 4 пробних постріли, а надалі 40 залікових пострілів.

Час перебування мішені поза межами зони обстрілювання має бути таким, щоб точно оцінити якість влучання, наприклад, за допомогою телевізійної або фото системи спостереження. Як правило, цей час не перевищує час повільного пробігу (5с).

Загальні правила для змагань можуть бути локально змінені на шкільному, регіональному, місцевому рівнях, тому стрілок має бути готовим для виконання інших вправ, а система керування біжучою мішенню має підтримувати більшу кількість можливостей як в ручному так і в автоматичному режимах.

Зазначимо додаткові можливості керування рухом під час проведення тренувань на відстані 10 м із пневматичної зброї, що можливо розглядати як технічні вимоги до побудови складових системи керування загалом:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

1) В режимі ручного керування:

- a. Зупинка руху мішені в зоні обстрілу в будь якій точці в будь-якому режимі (стоп).
- b. Продовження руху із тою самою швидкістю і в тому самому напрямку після зупинки (рестарт).
- c. Обернений рух мішені після зупинки в зоні обстрілу (реверс).
- d. Просування на один малий дискретний крок ліворуч або праворуч після зупинки.
- e. Встановлення часу перебування мішені поза межами зони обстрілу.
- f. Примусове відключення індикатора напрямку руху мішені.

2) В режимі автоматичного керування:

- a. Одноразовий запуск пробігу із заданими наперед параметрами швидкості і автоматичним вибором напрямку залежно від поточного перебування утримувача мішені ліворуч або праворуч від зони обстрілу.
- b. Багаторазовий запуск мішені відповідно правилам п.1, п.2 відповідно правилам змагань міжнародної федерації стрілецького спорту.
- c. Програмований рух, за наперед встановленою кількістю пробігів, швидкістю пересування в зоні обстрілу та часом перебування поза межами зони обстрілу.

Такі вимоги щодо змагань та тренувань вимагають побудови достатньо складної системи, під керуванням мікроконтролера програмними засобами із висвітленням поточних станів та режимів на індикаторній панелі, також можлива організація системи керування на базі персональних комп'ютерів. При цьому слід зважити на те, що електроніка, яка розташована безпосередньо близько до рухомих частин біжучої мішені віддалена від керуючого модуля мінімум на 10 метрів та має надійно працювати в умовах потужних електричних завад, що можуть викликати зіткнення куль із кулевловлювачем (імпульсні

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

завади). Тому виконавчий пристрій рухомої мішені має бути побудовано на базі апаратної логіки, через невелику кількість функціоналу устаткування, а модуль керування може бути і апаратно-програмним комплексом.

1.3.2 Вогняна зона тиру із біжучими мішенями

Вогняна зона шкільного тиру має бути організована відповідно вимогам до тирів закритого типу[1,2]. Фронтальна стіна вогневої зони (рис.6) у зоні розташування мішені має отвір розмірами близько 2м на 0,15м у вигляді провзовжної щілини. Цей отвір є зоною обстрілу біжучої мішені, за зоною обстрілу розміщено кулевідбивач у вигляді кутової пластини із сталевих листів товщиною не менше 2мм.

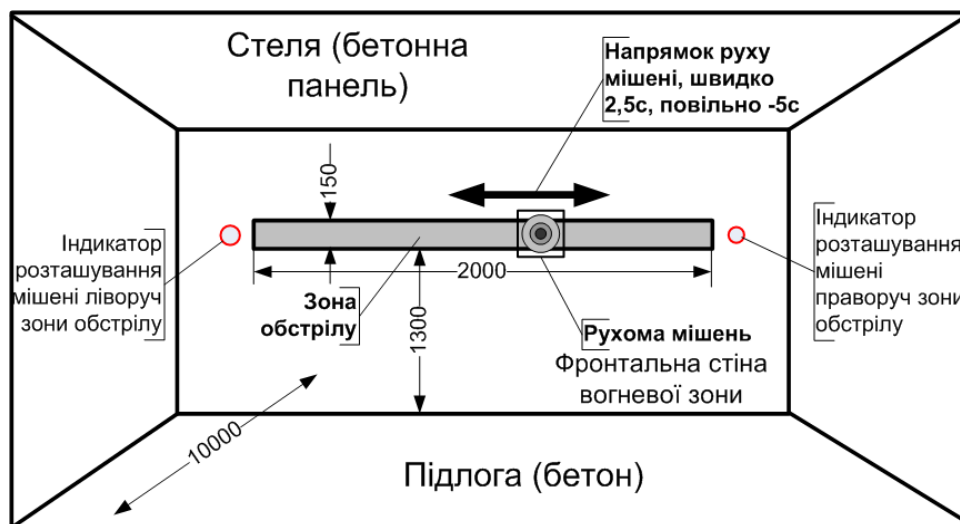


Рисунок 6 – Розташування зони обстрілу у вогняній зоні шкільного тиру

Під кулевідбивачем зазвичай розміщується куленакопичувач у вигляді довгого жолоба. Кулевідбивач та куленакопичувач разом складають куле вловлювач. Фронтальна стіна обшита дерев'яними дошками товщиною 2см і покрита гіпсокартонними плитами. Відповідно розмірам зони обстрілу рухома мішень рухається із швидкістю 1...3 м/с (або 3..10км/год). Між зоною обстрілу

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

-
та місцем розташування стрільців відстань 10 м. Ширина приміщення для організації тиру зазвичай складає від 4 до 7 метрів.

Стрільба по біжучій мішені в один момент часу виконується тільки одним стрільцем із положення стоячи. Освітлення вогневої зони організовано за допомогою загального освітлення приміщення та внутрішнього нижнього підсвічування зони обстрілу лінійними люмінесцентними лампами із захисним кожухом від можливого рикошету куль.

Ліворуч та праворуч від зони обстрілу по горизонтальній вісі на відстані декількох сантиметрів розташовано два світлодіодні індикатори, що призначено для інформування стрільця про напрямок руху мішені, а також інформування оператора про місце розташування мішені якщо її візуально неможливо спостерігати в зоні обстрілу. Індикаторні світлодіоди захищені від потрапляння куль прозорим ковпачком. Індикатор спалахує приблизно за 1 с від появи мішені в зоні обстрілу.

За фронтальною стіною знаходиться невелике технічне приміщення де розташовані механічні та електричні вузли керування рухомою мішенню, а також куле вловлювач та системи підсвічування. Доступ до технічного приміщення реалізується через дерев'яні дощаті двері на фронтальній стіні, що унеможливує перебування людей в технічній зоні під час стрільби.

Тильний бік стіни із куле вловлювачем (див.рис.7) організовано наступним чином. Мішень на мішене утримувачах розташована на рухомій каретці. Рухома каретка виготовлена із сталених кутників та має мішене утримувачі у вигляді двох планок із щілинами. Паперова мішень вставляється у ці щілини та утримується через пружність планок. Після серії пострілів мішень замінюють.

Каретка мішені рухається по напрямним елементам які можуть мати або круглий або кутникові або тавровий профіль. Вільне пересування мішені забезпечується за допомогою 3-4 роликів. Можливе як горизонтальне так і вертикальне розташування напрямних елементів залежно від конструкції каретки. Каретку та двигун поєднує тягловий трос. Система керування рухом у

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

-
вигляді світлодіодних стрічок, що широко поширено на теперішньому ринку освітлення.

Для мінімізації вібрацій під час руху каретки двигун встановлено на амортизаторах, що ефективно поглинають вібрації, які можуть виникати під час влучання кулі в кулевловлювач. Також системою захисту від механічних навантажень встатковано і електронні компоненти керування. Крім механічної підсистеми, що забезпечує переміщення мішені на рамі також розміщується і закріплюється декілька електронних компонент.

Електрична частина системи керування рухом складається із таких основних елементів (див.рис.1):

- 1) виконавчий пристрій рухомої мішені;
- 2) силовий блок двигуна;
- 3) блок забезпечення руху двигуна;
- 4) індикаторів лівої та правої позиції старту;
- 5) оптичних сенсорів правого та лівого положення каретки по за межами зони обстрілу;
- 6) кінцевих (аварійних сенсорів);
- 7) двох телевізійних або фотокамер фіксації результатів стрільби.

Такий склад електричного устаткування є типовим для пневматичних тирів із рухомими мішенями. Аналогічний склад і більш професійних систем типу «біжучий кабан».

Виконавчий пристрій рухомої мішені забезпечує інтерфейс між блоком керування, що розташовано близько стрільця. Можливо організувати як радіоінтерфейс так і проводований інтерфейс. Вибір власне організації інтерфейсу буде подано нижче.

Виконавчий пристрій керування рухомими мішенями розташовано у безпосередній близькості до двигуна для мінімізації довжини силового шлейфу керування. Крім силового шлейфу виконавчий пристрій керування має мати

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

-
інтерфейси оптичних та механічних давачів та сенсорів, що забезпечують автоматизування керування рухомою мішенню.

Фіксацію правого та лівого розміщення каретки по за межами зони обстрілу організовують за допомогою оптичних давачів. Використання механічних давачів не рекомендується через можливість несанкціонованих спрацьовувань через вібрації від попадання куль в кулевловлювач.

Слід відмітити, що на каретці ніяких електричних частин системи керування не встановлюється через можливість потрапляння куль. Перемикання між камерами ближнього огляду результатів стрільби відбувається після спрацьовування оптичних інфрачервоних сенсорів.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2 СХЕМОТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Огляд аналогів

2.1.1 Системи рухомої мішені типу біжучий кабан

Як відомо, статичні невеликі мішені, що переважно використовують в тирах закритого типу вельми пристойний варіант для організації змагань із стрілецької зброї, але за їх допомоги важко виробити навички для реального полювання на рухомі мішені, а також із вправного володіння військовою зброєю. Для такої мети застосовують тїри із рухомими мішенями, найбільш часто застосовуваними є установки типу «Біжучий кабан» (рис.8) [2].

Вони забезпечують рух «кабанів» із різною швидкістю, зміну руху та випадкову зупинку. Такі динамічні елементи допомагають підвищити швидкість та влучність стрільби під час виконанні вправ з обмеженими часовими інтервалами за здійснення пострілу.

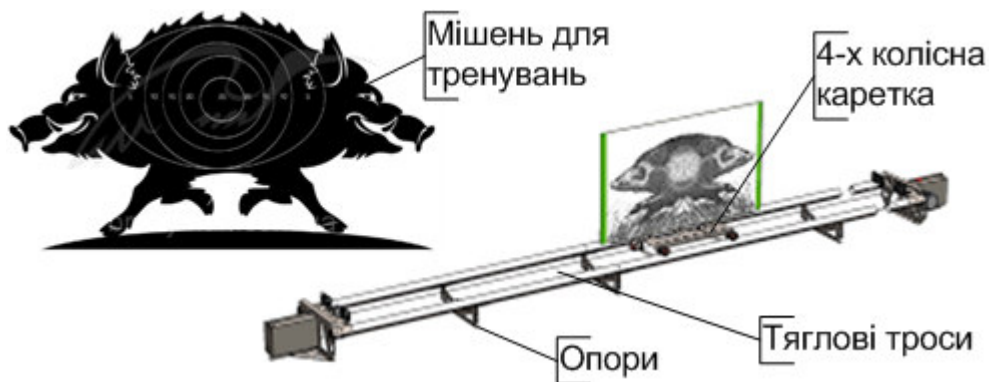


Рисунок 8 – Установка для відкритого стрільбища «Біжучий кабан»

Рейкова установка для організації тїру «Кабан, що біжить» зібрана на базі вітчизняних комплектуючих, має високий рівень надійності роботи під час правильної експлуатації. Установка призначена для розташування на відкитому повітрі, тому виготовлена із металевих сплавів стійких до вологи та дозволяє

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

-
використовувати її практично в усіх погодних умовах, що можуть виникнути у помірному кліматі.

Установка «Біжучий кабан» призначена для виконання стрілецьких вправ із різними типами стрілецької зброї від луків до гладкоствольної до нарізної зброї. Кронштейни рухомої групи із затискачами дозволяють надійно фіксувати різноманітні мішені, на яких відтворено звіра в натуральну величину - кабана, підсвинка, лося, зайця, пугіна, косулю тощо, що біжить, і навіть гуску, що летить.

Отже, така конструкція установки мішені дозволяє проводити тренування в стрільбі відразу за різними видами тварин і людей. Особливістю установки є можливість налаштувати автоматичну зміну типу мішені на іншу під час досягнення крайніх точок зони обстрілу (лівої та правої мертвої точки).

Установка «Біжучий кабан» є повністю автономною, але одночасно дозволяє за допомогою дистанційного керування змінювати напрямок руху рухомої групи і проводити раптові зупинки.

Довжина колії складає 24 метри і за потреби може бути збільшена до 30 метрів. Колія сегментована на ланки і кожна ланка має довжину 1,5м. Така сегментована конструкція підтримує мобільність установки. Монтаж на місці установки, за умови підготовленого підґрунтя займає менше години. Підготовка основи полягає тільки у вирівнюванні для горизонтального розміщення напрямних колій.

Живлення установки «Біжучий кабан» здійснюється від автономного джерела живлення напругою 12В (автомобільного акумулятора). Рівномірність руху мішені рейковою колією дозволяє використовувати установку як під час тренувань мисливців так і в стрілецьких змаганнях з вправами на час. Подібні мобільні установки рухомих мішеней допомагають мисливцям підготуватися до реального полювання, а військовим до швидкоплинних бойових операцій, а також відпрацювати схему автоматичних дій під час зустрічі зі звіром або ворогом України.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Багаторазове виконання вправ по рухомій мішені та послідовна спрямована корекція своїх дій відповідно попереднім результатам істотно допомагає правильно розраховувати часовий інтервал, необхідний на скидання зброї та точне прицілювання. Припускається розміщення установки в закритих та напівзакритих тирах, що дає можливість залучити значно розширити коло стрільців, що проводять вправи із стрільби по біжучим мішеням. Орієнтовна вартість установки на теперішній час близько 100000грн.

2.1.2 Система біжучої мішені шкільного тиру «Вінниця 2005»

Система керування біжучими мішенями «Вінниця 2005» була розроблена спеціально для використання в шкільних тирах закритого типу та призначається для проведення стрільб із пневматичної зброї[4]. Електрична частина системи складається із трьох базових частини:

- 1) пульт керування (габарити 170x120x30) (рис.9);
- 2) блок керування рухом (габарити 220x150x40), що включає блок живлення, систему керування сенсорами та кроковим двигуном;
- 3) блок відеокамер, що складається із двох ширококутних відеокамер та монітора.



Рисунок 9 – Пульт керування шкільного тиру «Вінниця 2005»

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Монітор результатів та пульт керування розташовано в стрілецькій зоні, решта блоків в зоні розташування мішеней за фронтальною стіною зони обстрілу.

Кнопки керування (10 шт.) розташовані у три ряди, 4 кнопки в верхньому ряді, по 3 кнопки в середньому ряду та зібрані за функціональним призначенням (Табл.1) та розташовані таким чином, щоб забезпечити можливість керування правою рукою.

Таблиця 1 – Розташування та призначення кнопок керування

Ряд	Місце	Назва	Функціональне призначення
1	1	«2сек»	Включення режиму пробігу за 2,5с
1	2	«5сек»	Включення режиму пробігу за 5с
1	3	«лів.»	Рух каретки ліворуч на один крок
1	4	«прав.»	Рух каретки праворуч на один крок
2	1	«var20»	Запуск багаторазових пробігів 20 разів по 20с. на пробіг із випадковим вибором швидкості
2	2	«var30»	Запуск багаторазових пробігів 30 разів по 20с. на пробіг із випадковим вибором швидкості
2	3	«стоп»	Зупинка автоматичних багаторазових пробігів каретки
3	1	«const20»	Запуск багаторазових пробігів 20 разів по 20с. на пробіг із незмінною швидкістю
3	2	«const30»	Запуск багаторазових пробігів 30 разів по 20с. на пробіг із незмінною швидкістю
3	3	«старт»	Запуск одноразового пробігу

Логіка керування припускає також і комбінації клавіш для керування, що є зручними під час тренувань:

- 1) «стоп»+ «var20» - запуск багаторазових пробігів як у «var20» лише із інтервалами між пробігами у 10с;
- 2) «стоп»+ «const30» - запуск багаторазових пробігів як у «const30» лише із інтервалами між пробігами у 10с;
- 3) «2сек»+ «5сек» - зміна часу між пробігами, в цьому режимі натискання «лів.» зменшує час на 1с, а натискання «прав.» збільшує час на 1с.

Крім комбінацій клавіш припустимі також такі можливості під час автоматичних пробігів:

- 1) перемикає швидкості руху кнопками «2сек» або «5сек»;
- 2) пришвидшувати наступний старт кнопкою «старт»;
- 3) вимикати автоматичні режими кнопкою «стоп».

Індикатор блоку керування відтворює стан системи в даний момент часу, а саме:

- 1) поточне положення каретки, яка знаходиться за межами зони обстрілу;
- 2) поточний напрямок руху каретки;
- 3) поточну швидкість (повільно-швидко);
- 4) кількість секунд затримки за межами зони обстрілу;
- 5) кількість проходів, що залишилось під час автоматичних багаторазових пробігів;
- 6) індикацію типу програми автоматичних пробігів, що на даний момент використовується;
- 7) Вимірювання часу проходження між двома оптичними кінцевими сенсорами, що дає можливість відрегулювати швидкість пересування каретки відповідно міжнародним правилам стрілецького спорту.

Каретка даного шкільного тир рухається по вертикальним напрямним (рис.10) круглого перетину за допомогою тяглого тросу. Паперова мішень закріплена на двох дворожкових вертикальних кронштейнах. Ковзання каретки по вертикальній колії реалізовано за допомогою 3-х пластикових роликів.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Кінцівки тяглового тросу закріплено на каретці. Тягловий трос перекинуто через два шківів: на кроковому двигуні та з протилежного боку зони обстрілу.

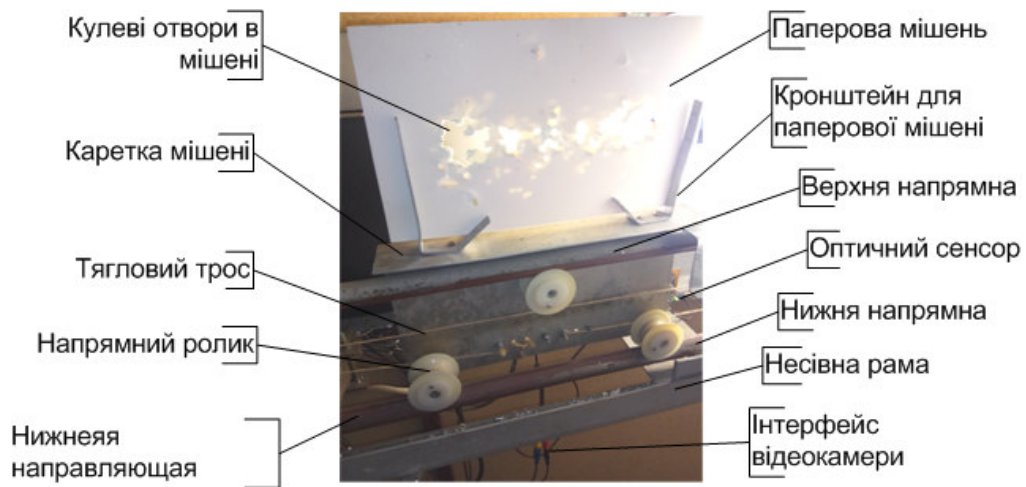


Рисунок 10 – Рухома каретка механічної системи шкільного тирю «Вінниця 2005»

Автоматичний рух каретки установки рухомої мішені підтримує система сенсорів, що розташована в поза межами зони обстрілу ліворуч та праворуч. Система сенсорів складається із двох типів :оптичного та механічного (рис.11).

Під час перетинання непрозорою заслінкою зони відкритого оптрону каретка зупиняється таким чином, що б паперова мішень розташовувалась напроти відеокамери із широким кутом огляду. В цей же час проходить перемикання камер і спостереження результатів поточних влучань. Час затримки каретки між пробігами у декілька секунд дозволяє точно виявити наявність або відсутність влучання. Для підтвердження результатів до системи спостереження можливо підключити цифровий або аналоговий запам'ятовуючий пристрій і далі розглядати результати більш докладно.

Система механічних сенсорів виконує аварійну функцію і запобігає руйнуванню частин механічної системи та перегрівання крокового двигуна під час несанкціонованих режимів роботи, наприклад, випадкового розташування

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

заслінки каретки між оптичним та механічним сенсорами з одного боку зони обстрілу, що може бути під час включення всієї системи.

Для запобігання подібним явищам ,що зменшують вірогідність безвідмовної роботи надалі рекомендується перед включення пристрою встановлювати каретку таким чином, щоб мішень розташовувалась в зоні обстрілу.

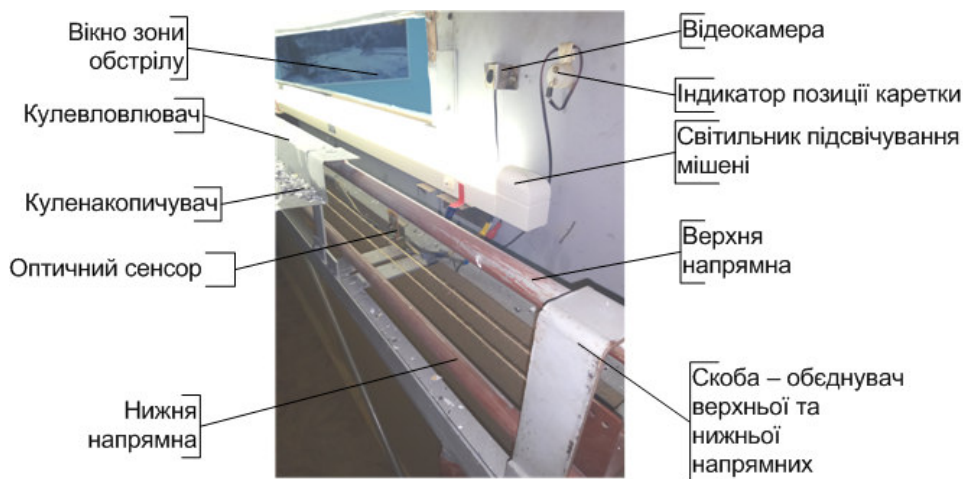


Рисунок 11 – Система сенсорів шкільного тиру «Вінниця 2005»

Подібну процедуру також слід проводити після виключення приладу.

Пульт керування з'єднано із виконавчим пристроєм керування рухом за допомогою проводового інтерфейсу із лініями перевита пара, а з відеомонітором за допомогою коаксіального кабелю. Орієнтована вартість системи на даний час близько 50000грн. Таку систему варто обрати в якості прототипу.

2.2 Розробка технічного завдання на виріб

2.2.1 Загальні відомості про розробку

Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування є частиною комплексу устаткування системи керування біжучі мішені для організації

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

електронного керування рухомою мішенню в рамках створення та підтримання в експлуатації шкільних пневматичних тирів із дальністю стрільби до 25м.

Метою розробки є створення частини комплексу конструкторської документації на виріб [5], розробка інтерфейсу взаємодії контролер – виконавчий пристрій, проведення необхідних розрахунків, що підтверджують працездатність системи, розробка алгоритмів взаємодії складових частин, ескізний аналіз конструкторського виконання та розміщення апаратних засобів у зоні розташування рухомої мішені.

2.2.2 Склад виробу, що розробляється

До складу системи керування біжучої мішені (рис.12) входять наступні блоки:

- 1) виконавчий пристрій рухомої мішені, розробка якого проводиться в даному проекті;
- 2) система відео фіксації результатів стрільби, що фактично є автономною системою із покупними блоками та модулями інтерфейсів;
- 3) пульт керування, що виконано на базі програмно-апаратного автомата;
- 4) система живлення;
- 5) двигун руху мішені.

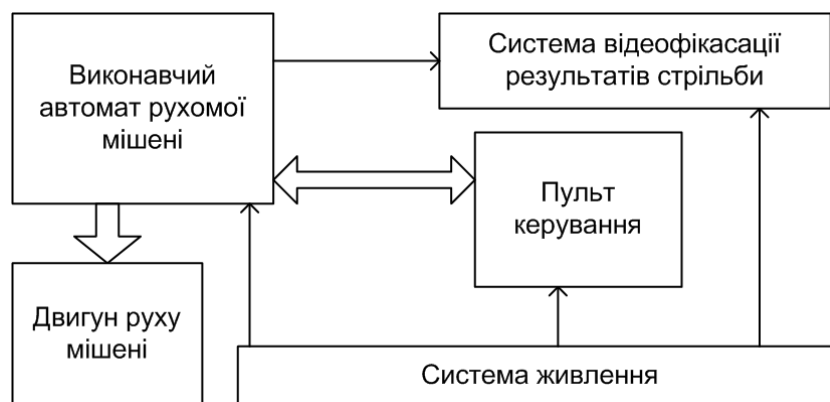


Рисунок 12 – Структурна схема системи керування біжучої мішені

Виконавчий пристрій рухомої мішені розташовано із тильної частини фронтальної стіни за зоною обстрілу таким чином, щоб виключити ураження рикошетами від пострілів. Цей виконавчий пристрій є центральним елементом системи керування рухомої мішені, звідки надходять силові сигнали для прямого та реверсного обертання двигуна каретки, на якій встановлюється рухома мішень.

Пульт керування розташований на боці стрілецької зони та являє собою генератор керуючих сигналів для виконавчого пристрою, в яких реалізована програма виконання вправ із стрільби. Пульт керування та виконавчий пристрій взаємодіють через внутрішній інтерфейс, що має забезпечувати високий ступінь надійності передачі сигналів керування на відстань до 30м.

Конструктивно виконавчий пристрій і пульт керування виконані в окремих блоках коробчастої конструкції із автономним живленням. Передача енергії живлення по інтерфейсу не передбачається. Технічне виконання та конструкція мають бути розроблені таким чином, щоб забезпечити мінімізацію витрат, спрощення конструкції та використання широкозастосовуваної елементної бази.

2.2.3 Технічні характеристики системи керування рухомої мішені

Технічні характеристики (табл.2) системи визначаються на підґрунті аналізу аналогів та прототипів побудови систем керування шкільними тирами, а також вони мають бути уточнені, розширені або навіть змінені під час роботи над проектом [2,6-8].

Виконавчий пристрій рухомої мішені (табл.3) є частиною системи керування рухомою мішені та виготовляється у вигляді окремого блоку 2-го структурного рівня. До складу входять ряд сенсорів, що забезпечують виконання програми вправ із стрільби через автоматичний рух мішені по зоні обстрілу із відео фіксацією результатів.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики системи керування рухомої мішені

№	Найменування параметру	Одиниця	Значення	Примітки
1	Довжина вогневої зони	м	25	не менше
2	Довжина ділянки пробігу мішені	м	2+0,2	
3	Напруга живлення	В	5, 12	
4	Кількість режимів швидкості пробігу	-	2	
5	Тип кінцевих сенсорів	-	оптичний	типова
6	Тип мішені	-	паперова	
7	Струм споживання по напругам	А	2	не більше

Таблиця 3 – Основні технічні характеристики виконавчого пристрою

№	Найменування параметру	Розмір.	Знач.	Примітки
1	Напруга живлення	В	5 нест., 12ст.	Номінал
2	Кількість оптичних сенсорів	шт	2	
	Кількість механічних сенсорів	шт	2	
3	Кількість оптичних індикаторів	шт	2	
4	Габаритні розміри	мм	150x150x100	не більше
5	Тип команд керування		потенційний	
6	Тип інтерфейсу пульта		диференц.	
7	Діапазон робочих температур	°С	0...+40	не менше

Виконавчий пристрій рухомої мішені має бути реалізовано у пілозахисному корпусі. Підключення необхідних кабельних ліній інтерфейсів та джерела живлення має виконуватись через типові універсальні роз'єкти з можливістю додаткової фіксації за допомогою зачіпок. Розробником має бути виключена можливість неоднозначного підключення зовнішніх компонентів до блоку.

2.2.4 Вимоги до надійності під час експлуатації

Система керування рухомою мішенню має забезпечувати працездатність в середньому до 4 годин на добу, що впливає із можливостей використання шкільного тиру поза межами часу, відведених для аудиторних занять в школі. Всі вимоги до надійності [10] відносяться до окремого модуля системи, а саме – виконавчого пристрою.

Працездатність пристрою має зберігатись за умови відсутності періодичного технічного обслуговування із такими параметрами:

Середнє напрацювання на відмову не менше 2000 год.

Середній час виконання ремонту 1 год.

Гарантований термін служби пристрою 7 років.

Термін служби пристрою обраний із умови побудови стрільбищ закритого типу та їх використання для виконання вправ із пневматичної зброї.

2.3 Конструкція та взаємодія блоків під час експлуатації

2.3.1 Виконавчий пристрій та його структура

Склад виконавчого пристрою рухомої мішені визначається функціональними завданнями, що покладено на нього для забезпечення

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання вправ із стрільби по рухомій мішені у шкільному тирі. Склад виконавчого пристрою представлено на рис.13. Функціональні призначення складових виконавчого пристрою наступні.

Контролер рухомої мішені формує потік сигналів, що необхідний для обертання двигуна в прямому та зворотному напрямку, відсутність сигналів призводить до зупинки обертання із мінімальною інерцією. Обертання має відбуватись із різними швидкостями, отже сигнали керування для швидкого та повільного пробігу мішені мають бути різними.

Для переведення двигуна в певний режим роботи із пульта керування мають бути подано наступні команди у вигляді цифрових сигналів логічних рівнів: напрям обертання, швидкість обертання, відсутність або наявність обертання. Пряме обертання руху двигуна призводить до лінійного переміщення каретки із мішенню зліз направо, зворотне – навпаки.

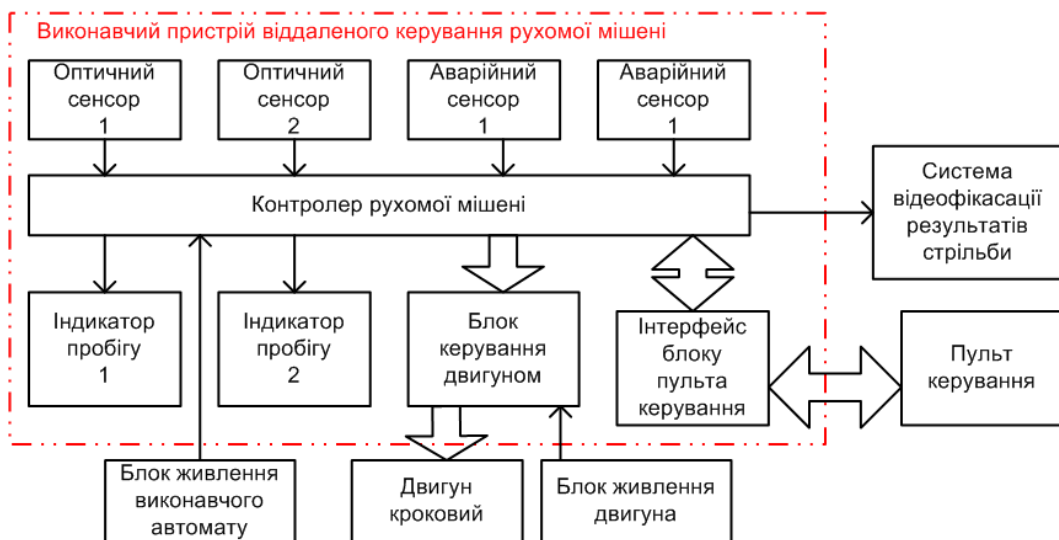


Рисунок 13 - Структурна схема виконавчого пристрою

Після проходження кареткою зони обстрілу (див. рис.1) каретка із мішенню має зупинитись у місці, де на неї спрямовано об'єktiv відеокамери, за допомогою якої відбувається фіксація результатів влучання в мішень. Для визначення місця зупинки використовуються оптичні сенсори (рис.1).

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Після отримання сигналу від одного чи другого оптичного сенсора контролер рухомої мішені зупиняє рух двигуна, подає сигнал про зупинку праворуч або ліворуч на пульт керування, а також на систему відео фіксації результатів стрільби. По цьому сигналу система відео фіксації відтворює сигнал із певної камери. Час відтворення сигналу визначається режимом роботи системи із пульта керування. Сигнал системи відеофіксації результатів стрільби також може надходити і від пульта керування, залежно від того де розташований основний модуль керування відеокамерами. Запам'ятовування сигналів відеореєстрації покладається на складові частини системи відеофіксації. Найбільш зручно застосовувати систему відеофіксації із багатьох камер як це робиться в охоронних системах або автомобільних відеореєстраторах. Сигнали оптичних сенсорів транзитом проходять через інтерфейсну частину виконавчого пристрою рухомої мішені.

Для забезпечення мінімальної інерційності виконавчих дій механічною частиною рухомої мішені, найбільш раціонально застосувати для цього кроковий двигун, номенклатура яких широко представлена на ринку. А блок керування кроковим двигуном виконати у вигляді окремого модуля, для можливості застосування різного типу крокових двигунів.

У випадку неспрацьовування оптичного сенсору із тих чи інших причин, каретка продовжує рухатись по напрямним до упору, де механічно утримується. Такий режим вважається аварійним та призводить до перенавантаження шківів, тяглого тросу і власне двигуна. Для запобігання цим перенавантаженням в крайніх положеннях встановлено механічні сенсори, спрацьовування яких призводить до блокування механічної системи та і неможливості керування із боку пульта.

Виведення виконавчого пристрою із режиму блокування можливе тільки з боку рухомої мішені через вимикання та повторне вмикання пристрою або через використання окремої кнопки. Перед повторним вмиканням із режиму

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

-
блокування слід перевірити причини спрацювання аварійних сенсорів та усунути їх.

Блок живлення виконавчого пристрою рухомої мішені складається із двох частин: слабкострумового стабілізованого джерела напруги 12В, для живлення логічних схем обробки (а також інтерфейсу взаємодії із пультом керування) та сильно струмового нестабілізованого джерела для живлення обмоток крокового двигуна. Джерела живлення захищено від електричних завад з боку мережі мережевими фільтрами синфазних та протифазних завад.

До складу виконавчого пристрою рухомої мішені також входять індикатори пробігу. Індикатори пробігу інформують стрільця про вихід мішені до зони обстрілу із певного боку. Керування індикаторами пробігу реалізується з боку пульта керування транзитом через інтерфейс взаємодії виконавчого пристрою та пульта керування, або в аварійному режимі через внутрішню схему.

2.3.2 Віддалений інтерфейс пульта керування

Взаємодія виконавчого пристрою та пульта керування відбувається на основі логічних сигналів, зазначених на рис.8. серед яких 5 прямує в напрямку виконавчого пристрою і 3 в напрямку пульта керування (рис.14).

Для віддаленого керування пропонується застосовувати інтерфейс типу струмова петля [11] із потенційними сигналами та оптичними розв'язками. Середовищем поширення такого інтерфейсу передбачається використовувати широко розповсюджений кабель UTP низьких категорій. Низька категорія кабелю обумовлюється низькою швидкістю передачі даних керування від пульта до виконавчого пристрою.

Розглядалися також можливості застосування сучасних комп'ютерних інтерфейсів типу Bluetooth, Wi-Fi, RS-232, SPI та промислового інтерфейсу RS-485 для організації обміну на відстань до 30м між пультом та виконавчим

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

пристроєм але жоден із них за тими чи іншими параметра відхилено від застосування в системі керування рухомої мішені [8,9].

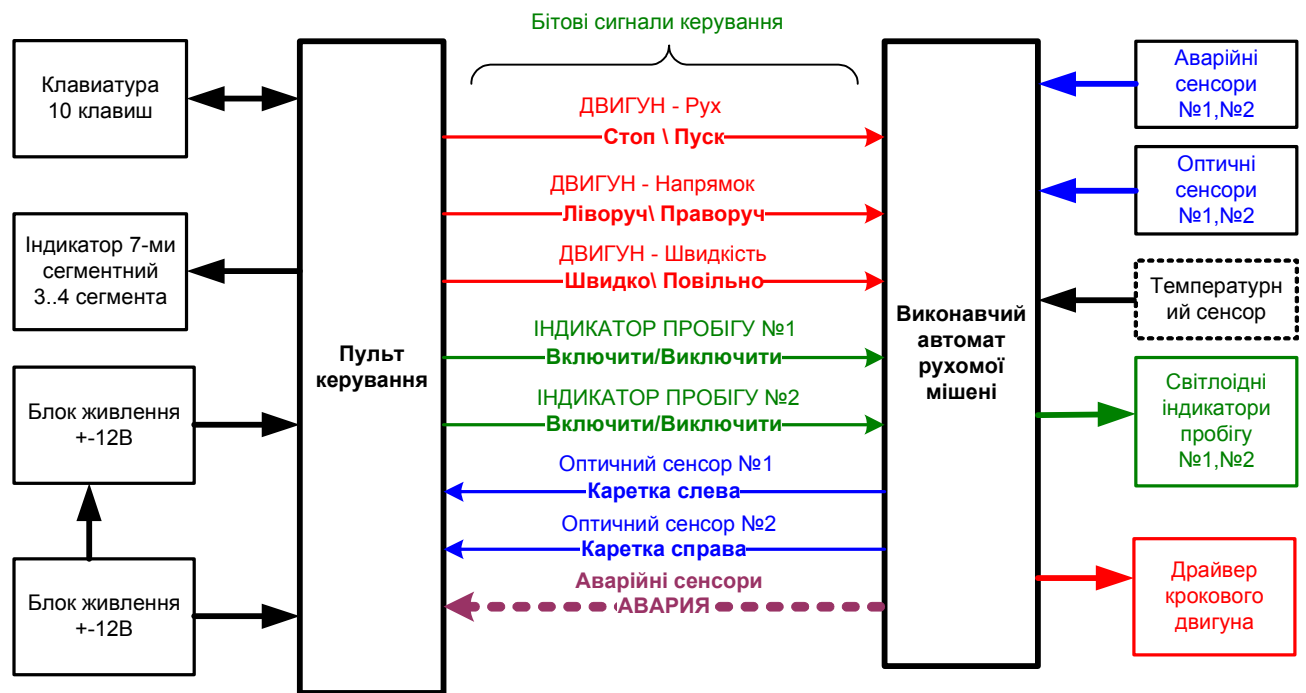


Рисунок 14 - Логічна схема взаємодії виконавчого пристрою та пульта керування

Радіоінтерфейси Bluetooth, Wi-Fi мають суттєвий недолік, що полягає у можливості несанкціонованого доступу із боку зловмисника до системи керування тиру, що може бути надто небезпечно для оточуючих, крім того передбачається виконавчий пристрій реалізувати апаратно, а контролери вказаних радіоінтерфейсів потребують комп'ютерної системи для налаштування їх параметрів та обробки результатів. Аналогічна ситуація із контролерами інтерфейсів RS-232, RS-485, що працюють на лініях передачі із мідних кабелів. Таким чином основна причина відхилення стандартних інтерфейсів – зайве ускладнення програмно-апаратної підтримки взаємодії пульта керування та виконавчого пристрою[9].

Тому пропонується використовувати для передачі сигналів диференційний інтерфейс типу струмова петля, що дозволяє застосовувати різні

типи телекомунікаційних кабелів, наприклад, телефонних кабелів, що складаються не менше як із 4-х пар мідних провідників. Вибір такого типу інтерфейсу обумовлений високим рівнем завадозахищеності передачі даних та слабкої чутливості до зміни довжини кабеля, що дозволить, у випадку необхідності, збільшити розміри стрілецької зони до 50 м, збільшивши відстань між виконавчим пристроєм та пультом керування.

У випадку використання диференційного інтерфейсу[13] логічні сигнали взаємодії (див.рис.14) перетворюються в сигнали диференційного струмового інтерфейсу за табл.4.

Таблиця 4 – Сигнали інтерфейсу струмова петля для логіки взаємодії пульт керування – виконавчий пристрій рухомої мішені

№	Найменування	Напрямок	Рівень «1»	Рівень «0»	Рівень «-1»
1	Двигун рух-напрямок	пульт-авт.	пуск-ліворуч	стоп	пуск-праворуч
2	Двигун швидкість	---//---	швидко	стоп	повільно
3	Індикатор пробігу	---//---	лівий вкл	обидва викл.	правий вкл.
4	Оптичний сенсор	авт.-пульт	лівий вкл..	обидва викл.	правий вкл.

* Рівень «1» - відповідає наявності струму прямого напрямку, рівень «-1» наявності струму зворотного напрямку, рівень «0» відсутності струму.

Струмова петля має бути із обов'язковою гальванічною розв'язкою між двома блоками, що віддалено взаємодіють та мають окремі джерела живлення. Це може бути зроблено за допомогою або оптичних, або магнітних сигналів. Так як в нас у ТЗ вказано використання потенційних логічних сигналів в

інтерфейсі, то гальванічну розв'язку залишається зробити оптичною, що є типовим для віддалених інтерфейсів. За допомогою оптичної розв'язки також вдається усунути потужний вплив імпульсних завад перевантаження через наявність явної нелінійності в випромінюваній характеристиці світлодіода оптопари [11,12].

Із логіки роботи виключено логічний сигнал аварії, що сповіщає про спрацювання аварійного механічного сенсора. Завдяки тому, що при спрацюванні механічного сенсора все одно необхідне втручання людини в роботу виконавчого пристрою в зоні розташування мішеней, вирішено сигналом індикації вважати засвічування одночасно обох індикаторів пробігу, що неможливо під час нормальної експлуатації пульту у всіх режимах.

2.4 Електричний привід пересування мішені

2.4.1 Вибір типу приводу

Під час проектування механічних систем із лінійним переміщенням важливий вибір типу приводу. Від вибору приводу залежить точність позиціонування, можливість та швидкість реверсу, точність керування швидкістю, тощо.

В прототипі та багатьох аналогах в якості приводу використовується кроковий двигун(КД) [11,12]. Перерахуємо переваги крокового двигуна (рис.15), що обумовили його використання в системі переміщення мішені шкільного тиру:

- 1) кут повороту ротора визначається тільки кількістю пускових імпульсів;
- 2) має максимальний крутний момент під час зупинки;
- 3) помилка позиціонування, що зазвичай складає до 3%, не накопичується та слабо залежить від величини кроку;
- 4) реалізує швидкий старт, зупинку та особливо – швидкий реверс без інерції;

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- 5) відсутність механічних частин дотику статора і ротора для передачі енергії (щіток);
- 6) може використовуватись в точних системах позиціонування без зворотного зв'язку по положенню;
- 7) забезпечує реалізацію низьких швидкостей обертання без використання редуктора;
- 8) можлива робота із високим ККД в широкому діапазоні швидкостей.



Рисунок 15 – Зовнішній вигляд крокових двигунів

Але слід також зважити на недоліки під час застосування крокових двигунів [13]:

- 1) наявність механічного резонансу під час роботи двигуна
- 2) за умови типових схем підключення енергоспоживання не змінюється за наявності або відсутності навантаження;
- 3) підвищена складність керування під час роботи на значних швидкостях обертання;
- 4) необхідність використання складної схеми керування.

За умови використання в рамках шкільного тиру переваги значно переважають недоліки особливо в аспектах можливості керування швидкістю та швидкістю старту, реверсу та стопу, що дозволяє найбільш повно задовольнити міжнародними вимогам до руху біжучих мішень для пневматичних тирів.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

2.4.2 Вибір типу крокового двигуна

У КД обертальний момент створюється магнітними силами статора і ротора, де статор і ротор мають задану орієнтацію магнітних полюсів один відносно одного [11]. Магнітним полюсом є ділянка, на якій сконцентроване магнітне поле. Обертальний момент крокового двигуна залежить від значення магнітного поля, яке визначається струмом обмоток та кількістю витків в ній. Подання живлення хоча б на одну обмотку КД надає ротору двигуна певне положення у просторі. Правильне перемикання живлення на різні обмотки створює обертальний момент.

За конструкцією магнітної системи КД поділяють на: із постійними магнітами або із змінним магнітним опором. За кількістю обмоток КД бувають однофазні, двофазні і багатофазні. Чим менше фаз тим менш потужний двигун. По типу роторів КД розділяються на активні і пасивні. Для відносно малих потужностей застосовують пасивні крокові двигуни.

Зважаючи на те, що привід шкільного тиру має бути спроможним пересувати каретку по напрямним, обираємо двофазну схему живлення крокового двигуна, що поділяється на ряд біполярних та уніполярних схем підключення (рис.16).

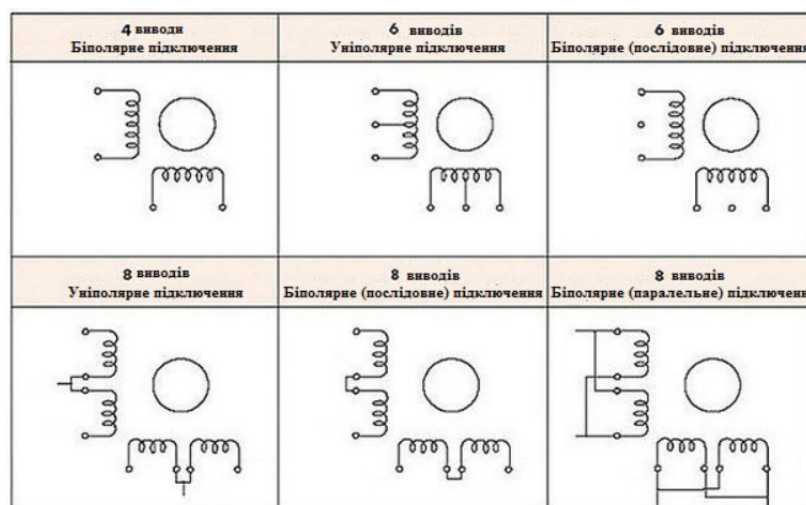


Рисунок 16 – Способи підключення обмоток двофазного крокового двигуна

Схема підключення [14,15] визначається можливостями організації подачі струмів на обмотки або кількістю виводів КД загалом. Із умов мінімізації вартості та можливості живлення від нестабілізованого джерела напруги обираємо схему живлення із середньою точкою та уніполярним підключенням. Хоча така схема забезпечую трохи менший ККД за біполярні схеми, але значно спрощую побудову силової частини драйвера в аспекті застосування потужних ключових активних елементів.

2.4.3 Драйвер крокового двигуна

Кожен кроковий двигун керується драйверами, що забезпечують необхідне живлення обмоток (рис.17). Для керування драйвером використовують наступні сигнали:

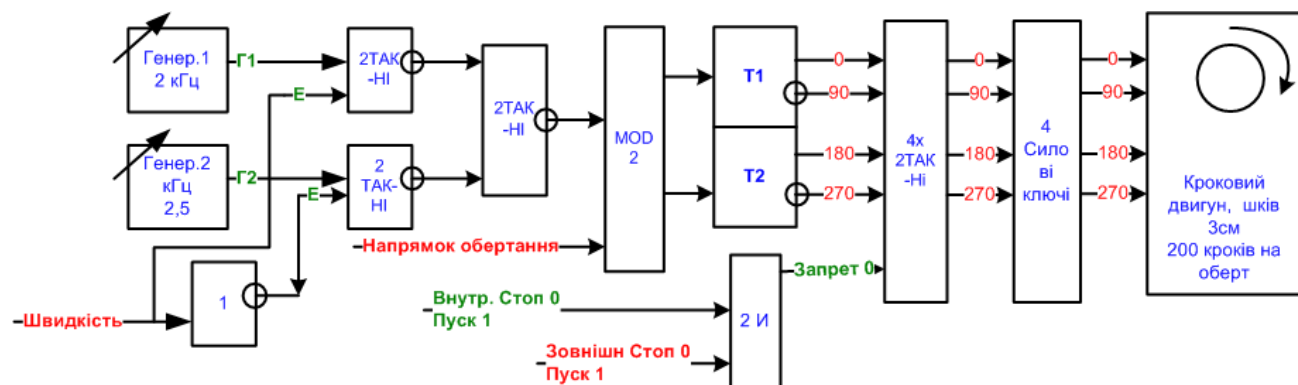


Рисунок 17 - Функціонально – логічна схема керування кроковим двигуном

- 1) напрямок обертання;
- 2) тактова частота, що забезпечую певний інтервал подачі імпульсів керування;
- 3) сигнал початку та зупинки обертання;
- 4) сигнал режиму живлення обмоток.

Останній сигнал призначений для зменшення споживання електричної енергії КД, через формування певної шпаруватості імпульсів, або за допомогою перетворення імпульсних сигналів в аналогові сигнали за формою, близькі до синусоїдальних.

Різняться 3 основних режими керування двигунами, які по суті різняться співвідношенням тактової частот драйвера до частоти імпульсів керування: повно повнокроковий; напівкроковий та мікрокроковий (рис.1). Повнокрокова схема має найменше співвідношення вказаних частот, забезпечує найбільший крутний момент, але дещо нижчий ККД та споживання струму в холостих режимах (без обертання), крім того така схема створює вищий рівень електромагнітних завад. Але простота реалізації і відсутність непевного режиму обертання часто зупиняють вибір саме на такій схемі (рис.17)/

Основою схеми драйвера (рис.17) повнокрокового режиму КД є схема із двох тригерів (Т1,Т2), які формують квадратурні (зсув фаз 90 градусів) сигнали на своїх виводах у вигляді послідовності прямокутних імпульсів із шпаруватістю 2 (рис.18).

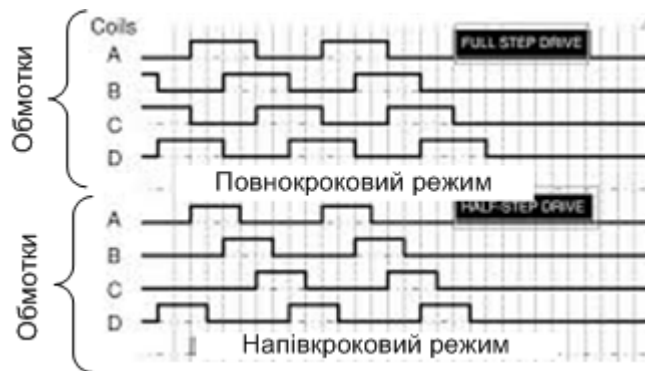


Рисунок 18 – Діаграми керування крокового двигуна із уніполярними обмотками прямокутними імпульсами

Разом із схемою керування, що зібрана на елементах «Виключне АБО» (mod2) два тригери складають логічний автомат, що в залежності від сигналу

керування змінює порядок фаз таким чином, щоб забезпечити обертання двигуна в прямому або оберненому напрямку.

Сигнали із виходів тригерів на через силові транзисторні ключі надходять на обмотки двофазного крокового двигуна, що спричиняє його обертання. Між силовим ключем та тригером включена схема заборони подачі фазних сигналів, що забезпечує знеструмлення обмоток КД у випадку подачі сигналу СТОП від пульта керування або аварійних давачів. Така схемна реалізація сприяє зменшенню загальної потужності драйвером, а також розсіюваної потужності власне обмотками КД під час зупинки.

Тактові імпульси тригерів подаються від автономних генераторів, частота яких може регулюватись в певних межах. Перемикання тактових генераторів відбувається через схему мультиплексора, зібрану на простих логічних елементах. Наявність підстроюваних генераторів забезпечує можливість налаштування швидкості пересування каретки із шківками тяглових тросів різного діаметру, а також поточне підстроювання режиму під час роботи схеми пересування рухомої мішені. Частоти тактових генераторів відрізняються приблизно в 2,5 рази.

2.5 Розрахунок тактових частот

Вихідними даними для розрахунку тактових частот є:

- 1) кількість кроків двигуна для реалізації одного оберту: $N=200$
- 2) діаметр шківки тяглого троса: $d=0,03\text{м}$.
- 3) довжина пробігу мішені : $l=2\text{м}$;
- 4) час пробігу мішені: $t=2, 5\text{с}, 5\text{с}$;
- 5) співвідношення тактових та фазних частот повно фазного режиму: $k=4$

Лінійне пересування мішені по зоні пробігу за один оберт КД:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$l_1 = \pi d = 3,14 \times 0,03 = 0,094 (\text{м}). \quad (1)$$

Кількість обертів двигуна для подолання зони пробігу:

$$n_{\Sigma} = l/l_1 = 2/0,094 \cong 21,22. \quad (2)$$

Кількість фазних імпульсів на подолання зони пробігу:

$$n_{\phi} = n_{\Sigma} \times N = 21,22 \times 200 = 4244. \quad (3)$$

Частота фазних імпульсів для подолання зони пробігу за 2,5 с:

$$f_{\phi 1} = n_{\phi}/t_1 = 4244/2,5 \cong 1697 (\text{Гц}). \quad (4)$$

Частота фазних імпульсів для подолання зони пробігу за 5 с:

$$f_{\phi 2} = n_{\phi}/t_2 = 4244/5 \cong 3395 (\text{Гц}). \quad (5)$$

Для вибору схемотехнічної реалізації [13-15] необхідно визначити необхідно рівень стабільності частоти тактових генераторів на основі вимог до точності пробігу мішені за міжнародними нормами (див. табл.1):

$$\Delta f = \Delta t_{\min}/t_{\max} = 0,1/5 \cong 0,02 = 2 \times 10^{-2} (\text{Гц}). \quad (6)$$

Такий рівень стабільності спроможний забезпечити в широкому діапазоні температур релаксаційний генератор на логічних елементах із RC-часозадаючими елементами.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

3.1 Схема електрична структурна

Схема електрична структурна виконавчого пристрою керування рухомої мішені представлена на кресленні КПТР2018005.01.13.00Е1, що більш докладно відображає структуру зв'язків однойменного блоку представленого на кресленні КПТР2018005.01.13.10Е1. Структурна схема розбита на шість основних функціональних модулів:

- 1) блок диференційного приймача;
- 2) блок диференційного передавача;
- 3) блок оптичної розв'язки;
- 4) адаптер крокового двигуна;
- 5) блок підсилювача струму керування;
- 6) блок мережевого живлення .

Блок диференційного приймача складається із диференційного синфазного фільтра-інтегратора та диференційного підсилювача. Перший забезпечує додаткове придушення синфазних завад від оптичних сенсорів положення каретки, а другий блок – реалізує принцип диференційної передачі сигналів на базі пара фазної обробки. Сигнали від диференційного приймача надходять до тригерів аварійного розташування каретки для керування адаптером крокового двигуна. Кількість блоків диференційного приймача – 2, відповідно кількості сенсорів положення каретки.

Блок диференційного передавача представлений в одному екземплярі та служить для передачі сигналів по інтерфейсу пульта керування. Блок складається із мостової ключової схеми та джерела стабільного струму, що її живить. Сигнали на мостову схему надходять з боку аналізатора стану команд модуля адаптера крокового двигуна.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Блок оптичної розв'язки є кінцевим елементом лінії зв'язку між виконавчим пристроєм рухомої мішені та пультом керування. Блок складається із зустрічно-паралельної оптронної розв'язки та двох каналів підсилювачів фотоструму із тригерами Шмідта. Підсилювачі фотоструму необхідні для забезпечення достатнього рівня сигналів для спрацювання тригерів Шмідта із петлею гістерезису у декілька вольт. Триггер Шмідта підсилює захист від зовнішніх завад на довгу лінію зв'язку до пульта керування. За допомогою блоків оптичної розв'язки формуються сигнали керування напрямком і швидкістю руху каретки по вогневій зоні.

Найбільш функціонально насиченим є адаптер крокового двигуна. Що складається із двох тригерів аварійного розташування (ліворуч та праворуч), аналізатора стану команд, лічильника квадратурних сигналів, інвертора напрямку обертання та блокувала руху мішені. Тригери аварійного розташування каретки приймають сигнали від інтерфейсів блоку сенсорів про положення каретки в крайніх положеннях, а також від аварійних сенсорів «проскакування» каретки до крайніх «мертвих положень» і формують внутрішні сигнали зупинки крокового двигуна та зовнішні сигнали індикації стану розміщення каретки мішені, що через блок диференційного передавача надходять до пульта керування. По цим сигналам пульт керування вмикає камери спостереження результатів стрільби.

Аналізатор стану команд адаптера крокового двигуна взаємодіє із зовнішніми командами напрямку та швидкості обертання крокового двигуна та внутрішніми командами стану розташування каретки та унеможливорює неправильну подачу команд від пульта керування до лічильника квадратурних імпульсів. Останній формує квадратурні сигнали для подачі на обмотки крокового двигуна в повно кроковому режимі, що є найпотужнішим із усіх режимів. Керування напрямком обертання реалізується за допомогою відповідної комутації фаз квадратурних сигналів в інверторі напрямку

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

обертання. Інверсія реалізується і під час роботи лічильника квадратурних сигналів, що забезпечує швидке перемикання напрямку руху каретки.

Зупинка обертання крокового двигуна і руху каретки реалізується як останній етап керування обертанням крокового двигуна у блокувачі руху мішені адаптера крокового двигуна. Сигнали блокування руху мають найвищий пріоритет. Під час блокування руху всі обмотки крокового двигуна знеструмлюються, що забезпечує мінімізацію енерговитрат та унеможливорює несанкціоновані теплові перенавантаження керуючих ключових транзисторів та власне крокового двигуна.

Забезпечення достатніми струмами споживання обмоток низьковольтного крокового двигуна реалізується за допомогою блоку підсилювача струмів керування. Блок підсилювача струмів керування має 4 однакових підсилювальних каскади, що живлять кожну із 4 обмоток крокового двигуна.

Блок мережевого живлення складається із двох окремих мережевих модулів із трансформаторами напруги. Модулі відокремлено один від одного пасивними мережевими фільтрами для унеможливлення проходження взаємних імпульсних завад під час ключового швидкого перемикання обмоток крокового двигуна. Перший модуль використовується як нестабілізоване низьковольтне джерело живлення із двома окремими, гальванічно-розв'язаними каналами із вихідним пасивним фільтром. Кожен канал живить свою пару обмоток крокового двигуна, що забезпечує розподіл потужного струму живлення між каналами та збільшення ККД силової частини загалом. Другий модуль живлення забезпечує стабілізацію напруги лінійним інтегральним стабілізатором живлення виконавчого пристрою рухомої мішені.

Взаємодія між функціональними модулями проходить через внутрішній інтерфейс, що об'єднує лінії передачі логічних сигналів та живлення.

Взаємодія із зовнішніми пристроями проходить через 4 логічних інтерфейси та інтерфейсу живлення. Фізична реалізація логічних інтерфейсів однакова для забезпечення більшого рівня типізації блоків:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- 1) інтерфейс блоку сенсорів праворуч;
- 2) інтерфейс блоку сенсорів ліворуч;
- 3) інтерфейс пульта керування;
- 4) інтерфейс електроживлення;
- 5) інтерфейс крокового двигуна.

Інтерфейси блоку сенсорів обробляють сигнали від аварійних і кінцевих сенсорів положення каретки, а також транзитом передають сигнали на світлодіоди індикації початку руху каретки праворуч або ліворуч. Інтерфейс блоку сенсорів є найбільш складним, та забезпечує обмін сигналів із пультом керування в обох напрямках по 4 парам перевитих дротів, що складають UTP кабель. Навантаження інтерфейсу є 2 блоки оптичної розв'язки, транзитний канал керування зустрічно паралельними світло діодами індикації руху та блок диференційного передавача. Інтерфейс електроживлення устатковано стандартним силовим мережевим шнуром, запобіжником та вимикачем живлення.

3.2 Інтерфейс взаємодії пульта керування

3.2.1 Схема передачі сигналів

Для спрощення взаємодії між пультом керування, можливості реалізації за допомогою широкоживаної, простої та дешевої елементної бази[17] під час проектування в якості лінії передачі вирішено використати стандартний UTP кабель низьких категорій, що має 4 повивних пари мідних провідників (рис.19).

Для керування адаптером мішені використовується 3 із 4 пар провідників, в зворотному напрямку передаються сигнали тільки по одній парі. Як тип інтерфейсу обрана струмова петля із значенням струму у 10мА. Що дозволяє впевнено передавати сигнали по UTP кабелю не залежно від довжини кабеля на відстань до 100м, що цілком достатньо для застосування у шкільних тирах.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

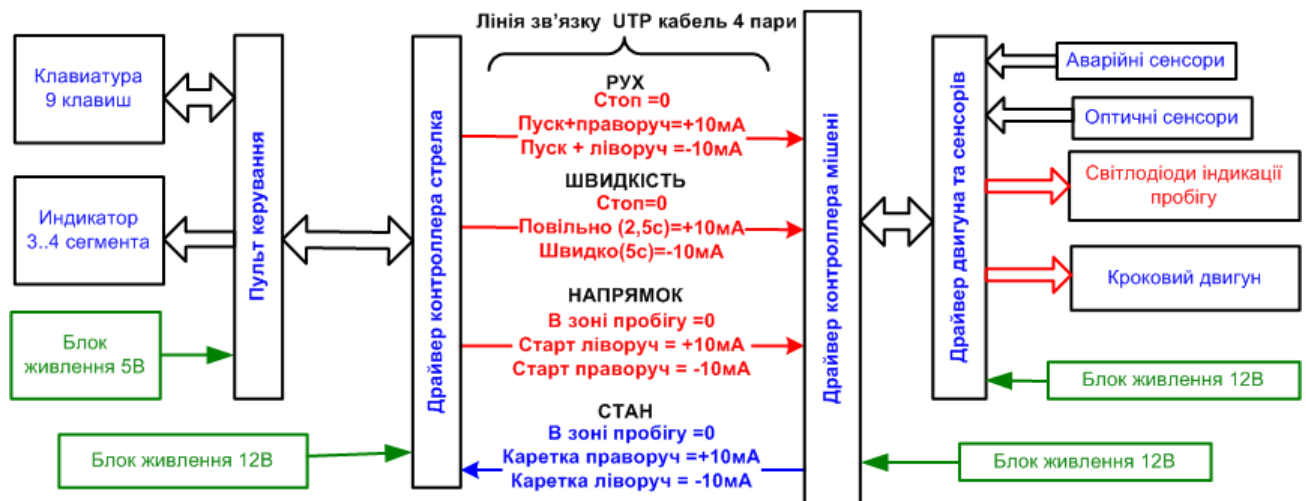


Рисунок 19 – Схема передачі сигналів системи керування рухомою мішені між зонами стрільця та віддаленим адаптером

По кожній перевитій парі можливо в прямому або зворотному напрямку передавати 3 сигнали: відсутність струму в лінії; прямий струму; зворотний струм. Таким чином, за допомогою UTP кабелю можливо передати 12 сигналів із них 9 передаються як сигнали керування з боку пульта керування стрільця, і 3 в зворотному напрямку.

Сигнали такого інтерфейсу варто згрупувати за призначенням та використаній парі кабелю як: рух, швидкість, напрямок та стан. За кожною групою сигналів закріплена окрема пара провідників в складі UTP кабелю. Так робити не обов'язково, але доцільно з точки зору схемотехніки та наступної практичної реалізації.

Всі сигнали запропонованого інтерфейсу є потенційними та короткочасні імпульсні завади не призводять до порушення роботи інтерфейсу, що забезпечує додаткову завадостійкість. Для забезпечення гальванічної розв'язки між приймальною та передавальною частиною інтерфейсу використовується оптронна схема виконана на дискретній світлодіодній оптопарі. При цьому приймальна частина такої оптичної розв'язки складається лише із зустрічно-паралельних світлодіодів.

В такій схемі через надлишковість застосування кількості ліній передачі інтерфейсу реалізується спрощена схема керування, для якої немає сенсу застосовувати мікропроцесорний контролер, вона може бути сформована на елементній базі із низьким рівнем інтеграції із урахуванням можливостей ремонту та застосуванням для заміни широкого ряду аналогів. Таким чином реалізується умова мінімізації вартості та ремонтпридатності, наприклад, в рамках шкільних гуртків конструювання радіоелектронної апаратури.

3.2.2 Драйвер інтерфейсу пульта керування

Фізичний інтерфейс використовує струмову петлю з трьома рівнями, струм праворуч, струм ліворуч і відсутність струму. Значення струму у 10мА обрано, виходячи із значення струмів стандартних інтерфейсів подібного призначення (RS232, RS485, ІРПС, тощо) [11,15]. Також таке значення струму цілком достатньо для яскравого світіння світлодіодів в системі оптичної розв'язки.

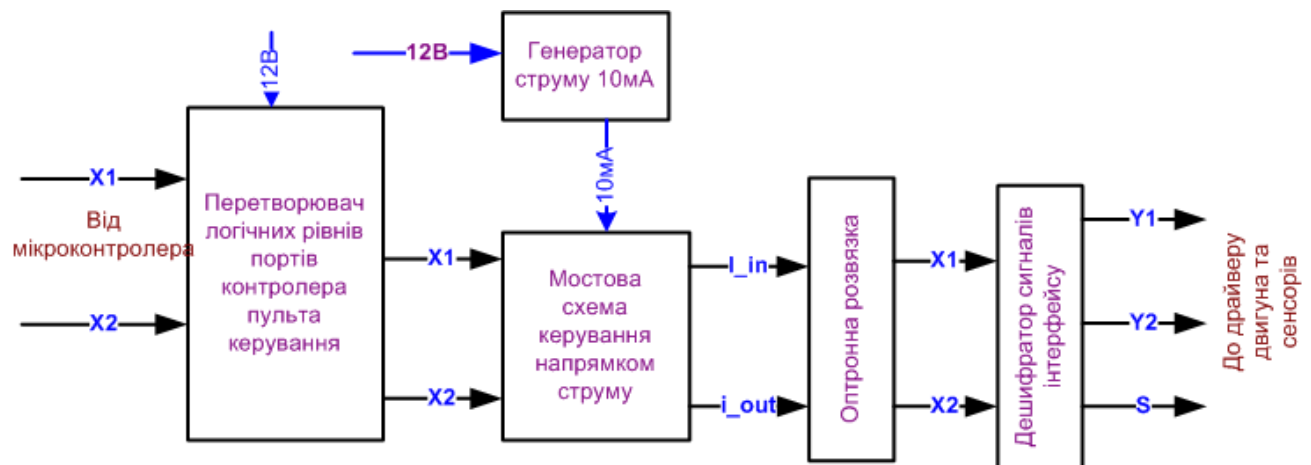


Рисунок 20 – Структурна схема одного фізичного каналу системного інтерфейсу пульта керування

Входом кожного каналу (рис.20) є 2 логічні сигнали (X1,X2) із рівнями, що відповідають логічним рівням схемотехніки застосованого контролера. Ці два сигнали через запропонований інтерфейс мають лише 3 стани.

-
Перекладання станів на логічні сигнали покладається на програмну частину пульта керування.

Логічні сигнали від контролера записуються в окремий регістр або утримуються на порту контролера. Живлення контролерів не перевищує значення у 5 В, а для забезпечення дальності роботи інтерфейсу струмова петля із урахуванням втрат в лінії передачі необхідно дещо вища напруга живлення, що із стандартного ряду обрана як 12В. Що дозволяє використовувати типові блоки живлення, що масово виготовляються промисловістю.

Таким чином, взаємодія інтерфейсу із портами мікроконтролера має проходити через перетворювач логічних рівнів. Зважаючи на потенційний характер сигналів керування та низьку частоту їх зміни цілком достатньо в якості перетворювача використати транзисторний каскад із спільним емітером.

Генератор струму (див. рис.1) для струмової петлі створює та підтримує стабільний струм із значенням 5..20мА незалежно від опору навантаження приблизно від 0 до 1кОм, що дозволяє передавати сигнали за допомогою УТР кабеля на дальність до 1 км!

Керування напрямком струму відбувається на основі мостового ключа, за допомогою якого вдалося використати одно полярне джерело живлення. Слід зазначити, що покупні джерела живлення для подібної апаратури практично завжди є однополярними.

За допомогою моста з генератором струму ці два логічні сигнали, що переносять 3 стани керування(за логікою інтерфейсу) перетворюються на трирівневий сигнал передавача за напрямком струму та відсутністю струму. Сигнал із мостової схеми керування ключами напрямку подається безпосередньо у лінію та надходить до схеми оптичної розв'язки на приймальному боці.

Оптична розв'язка являє собою дві оптопари, світлодіоди яких включені зустрічно паралельно, внаслідок чого певний напрямок струму запалює певний світлодіод, якщо струму в лінії немає (закриті всі ключі Н-моста), то не

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

світиться жоден світлодіод. На приймальній частині із іншого боку оптопари встановлено фотодіоди, які реагують на оптичний сигнал світлодіодів, підсилюють його та за допомогою комбінаційної схеми у драйвері сигналів інтерфейсу перетворюють в логічні сигнали керування (Y1,Y2,S), кожен із яких відбиває певні первинні стани логіки роботи інтерфейсу пульта керування. у вихідні рівні логічного інтерфейсу.

Таким чином розроблено оригінальний інтерфейс, що забезпечує високий рівень захисту від синфазних завад, використовує широкорозповуджені комплектуючі із широкою номенклатурою взаємозаміни і за рівнем економічних витрат займає незначну частину від іншого устаткування системи керування рухомої мішені.

3.3 Розробка окремих модулів

3.3.1 Блок диференційного приймача

Блок диференційного приймача (рис.21) призначений для забезпечення високого рівня придушення синфазних завад, що виникають як сторонні наведення у лінії передачі між виконавчим пристроєм рухомої мішені та блоком сенсорів. Довжина лінії передачі може сягати до 6 метрів. В якості лінії передачі також використовується UTP кабель із 4-ма парами перевитих проводів [11-17].

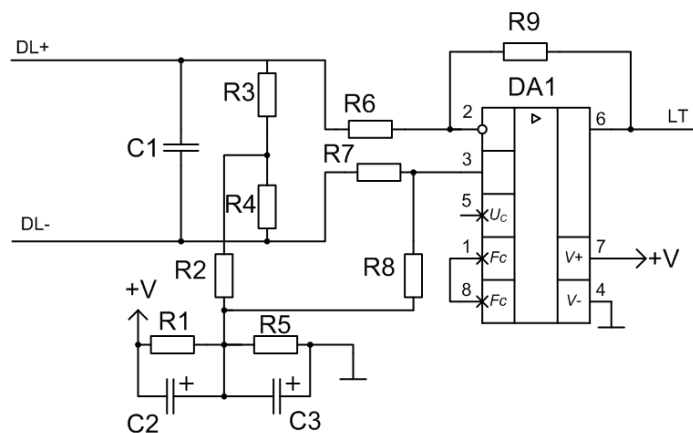


Рисунок 21 – Фрагмент принципової схеми блоку диференційного приймача

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Основний канал блоку сенсорів призначено для передачі відповідальних сигналів крайніх положень каретки рухомої мішені. Серед завад, що впливають на лінію передачі і на саму конструкцію сенсорів можуть впливати такі завади:

- 1) наведення від потужних силових агрегатів, що розташовано поруч, наприклад, витяжних систем повітрообміну;
- 2) наведення від роботи крокового двигуна в повнокровному режимі із імпульсним керуванням;
- 3) наведення, що генеруються механічними чинниками влучання куль в куле вловлювач (імпульсні іскрові завади);
- 4) наведення від мережі живлення та освітлення.

Всі перераховані типи завад можливо вважати синфазними завадами, для боротьби із якими і призначено диференційну схему обробки. Для цього в блоці сенсорів передбачений диференційний передавач логічних сигналів, що зібрано як аналог RS тригера із захисними послідовними резисторами R6,R7 із опором у 5кОм (див. КПТР 2018005.01.13.02 Е3). Вказані резистори захищають низько струмові виходи логічних елементів від можливого короткого замикання на землю або потенціал живлення, а також формують вихідний опір диференційного каскаду із значенням приблизно 5кОм.

Через низьку швидкість сигналів лінія передачі розглядається як лінія із зосередженими параметрами і для УТР кабеля парціальні параметри на передачу сигналів впливають дуже слабо, тому надалі їх не враховуватимемо. Тому для максимального узгодження диференційного каналу передачі, його вихід на боці виконавчого пристрою рухомої мішені навантажено на резистори R3,R4 (рис.1), що мають опір у 5кОм, для досягнення симетрії диференційного каналу.

Через факт одно полярного живлення для диференційної схеми слід забезпечити «віртуальну середню точку», що реалізується за допомогою резисторів R1, R5 однакового опору, що заблоковані конденсаторами C2,C3.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Така конфігурація середньої точки є типовою для однополярного живлення операційних підсилювачів (DA1). Потенціал «віртуальної середньої точки» подається на диференційне навантаження через резистор R2, опір якого набагато перевищує опори резисторів R1,R3,R4,R5 (110кОм проти 5,1кОм), що мінімізує рівень протікання протифазних струмів по колам живлення і одночасно передає потенціал середньої точки в диференційний канал.

Інтегратор диференційного сигналу має сталу часу, що дорівнює:

$$\tau = C1 \times (R3 + R4) = 33 \cdot 10^{-9} (5,1 \cdot 10^3 + 5,1 \cdot 10^3) \cong 337 \cdot 10^{-6} \cong 0,34 (\text{мс}). \quad (7)$$

За цей інтервал часу в найшвидшому режимі каретка проходить відстань:

$$\Delta l = \tau \times \frac{l}{t_{2c}} = 337 \cdot 10^{-6} \times \frac{2}{2} = 0,34 (\text{мм}), \quad (8)$$

що складає приблизно десяту частину апертури фотоприймача (приблизно 4 мм), таким чином формула (1) встановлює обмеження на точність позиціонування каретки в зоні зупинки не більше як 1мм і одночасно встановлює розміри шторки оптичного сенсора, що має бути більшим за:

$$l_{ш} > 2\Delta l + d_{фд} + \Delta_{ш} = 2 \times 0,34 + 4 + 2 \cong 7 (\text{мм}), \quad (9)$$

де $d_{фд}$ - апертура чутливого вікна фотодетектора;

$\Delta_{ш}$ - технологічний запас точності під час виготовлення, встановлення та переміщення шторки разом із кареткою.

Таким чином за допомогою конденсатора C1 пригнічуються швидкі імпульсні завади із забезпечується достатня точність позиціонування каретки в зоні крайніх положень. Слід зауважити, що неточність у декілька міліметрів не відбивається суттєво на охопленні зони спостереження відеокамери мішені.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операційний підсилювач DA1 (рис.1) включений за схемою диференційного підсилення і одно полярним живленням. Симетрія схеми диференційного підсилення забезпечується максимальною рівністю опорів в на інвертую чому та неінвертуючому входах, а саме: $R_6=R_7$ та $R_9=R_8$, при цьому забезпечується диференційний коефіцієнт підсилення, що дорівнює:

$$K_o = \frac{R_9}{R_6} = \frac{R_8}{R_7} = \frac{160}{51} \approx 3 > 2. \quad (10)$$

Такий коефіцієнт підсилення за (1) вибрано дещо із запасом, і переводить операційний підсилювач в неглибокий режим насичення, за якого на виході встановлюються напруги, що відповідають $2/3$ та $1/3$ від напруги живлення (за паспортом 544УД2, що складає:

$$U_{лог1} = \frac{2}{3}U_{ж} = \frac{2}{3}12 = 8(B); \quad (11)$$

$$U_{лог0} = \frac{1}{3}U_{ж} = 4(B).$$

Такі рівні (1) цілком достатні для керування логічними елементами КМОН із напругою живлення 12В, що застосовано у даному пристрої.

Таким чином розроблена схема задовольняє вимогам забезпечення високої завадостійкості, простоти, типізації та параметрам руху мішені шкільного пневматичного тирю.

3.3.2 Блок диференційного передавача

Блок диференційного передавача (рис.22) призначений для створення інтерфейсу типу струмова петля та складається із Н-ключового [14,15] моста на транзисторах VT1,VT2, VT4,VT5 та стабілізатора струму на транзисторі VT3. Кожен транзистор моста в базово-емітерному колі має два резистора.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Послідовні базові резистори R1,R2,R9,R10 призначені для обмеження струму бази і одночасно обмеження струму вихідних каскадів логічних елементів КМОН, що керують Н-мостом на рівні близько 1мА. Резистори R4,R5,R7,R8 забезпечують надійне закривання відповідних транзисторів під час подачі сигналів логічних рівнів КМОН логіки. Керування плечима Н-мосту може відбуватись парафазними сигналами і синфазним сигналом, що забезпечує передачу 3-х станів за допомогою інтерфейсу, де ця схема використовується.

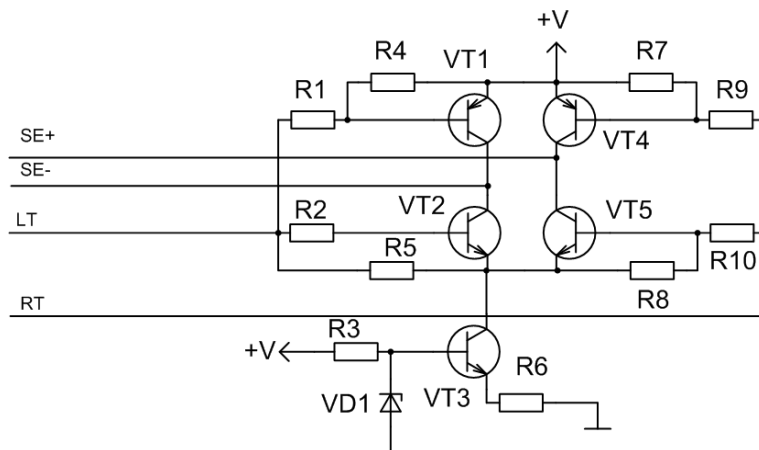


Рисунок 22 – Фрагмент принципової схеми блоку диференційного передавача

Вихідна лінія передачі включена в діагональ Н-моста, що забезпечує перемикання напрямку протікання струму. Значення струму, що використовує такий інтерфейс «струмова петля» встановлюється генератором постійного струму на транзисторі VT1, за допомогою елементів в базовому та емітерному колах транзистора. Чим більший коефіцієнт підсилення транзистора VT1, тим більше рівень стабілізації струму.

Значення стабільного струму в такій схемі визначається як:

$$I_{CT} = \frac{U_{VD} - U_{BE}}{R6} = \frac{3,3 - 0,7}{150} \cong 17(\text{мА}), \quad (12)$$

де U_{VD} - струм стабілізації стабілітрона VD1;

U_{BE} - падіння напруги на відкритому емітерному переході VT3;

що є типовим для подібних типів промислових інтерфейсів. Через наявність генератора стабільного струму обмежується не тільки струм в лінії, але і під час аварійних ситуацій обмежується наскрізний струм через пару транзисторів плеча Н-моста.

Мінімальний коефіцієнт підсилення транзисторів із урахуванням можливостей широкої заміни оберемо таким, що дорівнює 30. В такому випадку необхідний базовий струм для дотримання вказаного в (1) струму стабілізації дорівнює:

$$I_B = \frac{I_{CT}}{h_{21E}} = \frac{17}{30} \cong 0,23(\text{mA}), \quad (13)$$

де h_{21E} - коефіцієнт передачі транзистора в схемі із спільним емітером [12].

Значення струму за (13) має бути набагато меншим за струм стабілізації стабілітрону VD1 в середині ділянки вольт-амперної характеристики:

$$I_B \ll I_{VD1} \cong \frac{U_{\text{жс}} - U_{VD1}}{R3} = \frac{12 - 3,3}{1,2} \cong 7(\text{mA}), \quad (14)$$

що підтверджується цим розрахунком, одночасно такий струм стабілізації знаходиться в межах струмів стабілізації стабілітрона КС433А (3...191mA) і відхилень значень параметрів складових диференційного передавача[12].

Таким чином, розроблена схема диференційного передавача типу «струмова петля» призначена для широкого кола малопотужних транзисторів та витримує відхилення параметрів компонент до 30..40%, що покращує взаємозамінність та має тривалий ресурс під час старіння компонент.

3.3.3 Блок підсилювача струму керування

Блок підсилювача струму (рис.23) має забезпечити надійне спрацювання схеми крокового двигуна виходячи із вихідних сигналів мікросхем КМОН

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

логіки [12,13], де максимальний вихідний струм складає до 1мА. Кроковий двигун, що обрано для механізму просування каретки по напрямних обрано таким, що живиться від напруги 5В та має низький опір обмоток керування – близько 20м. Таким чином коефіцієнт підсилення за струмом такого підсилювача має становити:

$$K_I = \frac{I_{КД}}{I_{КМОН}} = \frac{U_{КД}/R_{КД}}{I_{КМОН}} = \frac{5/2}{0,001} \cong 2500, \quad (15)$$

де $I_{КД}$ - необхідний струм обмотки крокового двигуна;

$I_{КМОН}$ - максимальний струм логічного елемента КМОН;

$U_{КД}$ - напруга живлення крокового двигуна;

$R_{КД}$ - опір обмотки крокового двигуна за постійним струмом.

Такий коефіцієнт підсилення за (1) практично неможливо забезпечити за допомогою одного каскаду на транзисторі, тому вибираємо мінімальну кількість транзисторних каскадів – 2, що зібрані в схему підсилення струму запропоновану Сіклаи (рис.1) [14,15].

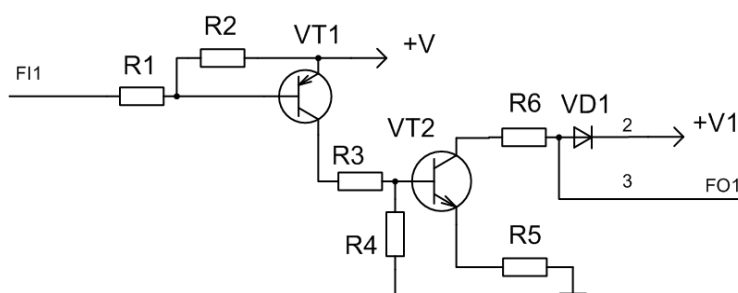


Рисунок 23 – Фрагмент принципової схеми блоку підсилювача струму керування

Така схема (рис.1) складається із двох транзисторів із безпосереднім зв'язком, де загальний коефіцієнт підсилення дорівнює добутку коефіцієнтів підсилення окремих транзисторів і може становити значення, що більше, за

обраховане за (1). Для подібних ключових схем застосовують спеціально розроблені транзистори, що забезпечують як потужний струм колектору, так і високий коефіцієнт підсилення струму за рахунок внутрішньої схеми складеного каскаду (КТ829). Коефіцієнт підсилення такого транзистора складає до 750, але однак він не забезпечує необхідне підсилення сигналу для схеми рис.1. Тому для попереднього підсилення використовуємо каскад на слабо потужному транзисторі, що використовується в інших частинах схеми виконавчого пристрою рухомої мішені.

Нижнє значення коефіцієнту підсилення транзистору попереднього каскаду встановимо як 30, що дає загальний коефіцієнт підсилення:

$$h_{21\Sigma} = h_{21I} \times h_{21II} \cong 30 \times 500 = 15000, \quad (16)$$

що значно перевищує необхідне підсилення для роботи крокового двигуна. Цей факт використовується для підвищення стабільності та ремонтпридатності каскаду а саме:

- 1) струмообмежуючий резистор R1 обмежує струм бази VT1 на рівні:

$$I_{B1} = \frac{U_{\text{ж}} - U_{BE}}{R1} = \frac{12 - 0,7}{15000} \cong 0,75(\text{мА}), \quad (17)$$

що, автоматично обмежує струм колектора першого транзистора як:

$$I_{C1} = I_{B1} \times h_{21I} = 0,75 \times 30 = 22,5(\text{мА}) \leq I_{C\text{max}}, \quad (18)$$

де $I_{C\text{max}}$ максимальний струм колектора транзистора VT1 (150мА);

- 2) Струмообмежуючий резистор R3 обмежує колекторний струм VT1 та базовий струм VT2 на рівні:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$I_{B2max} = \frac{U_{ж} - 2U_{BE2} - U_{CE1}}{R3} = \frac{12 - 2 \times 0,7 - 0,2}{680} \cong 15(\text{mA}), \quad (19)$$

U_{BE2} - падіння напруги на базових переходах складеного транзистора VT2;

U_{CE1} - падіння напруги на колекторному переході у відкритому стані.

що автоматично не дозволить вийти з ладу транзистор VT1 через пененавантаження за струмом.

При цьому колекторний струм, навіть у випадку короткого замикання становитиме:

$$I_{C2} = I_{B2} \times h_{21II} = 0,015 \times 500 = 7,5(\text{A}) \leq I_{CII\max}, \quad (20)$$

і не перевищує максимально припустимого струму для транзистора VT1 (8A).

3) Для забезпечення захисту потужного транзистора VT2, використовується струмообмежуючі резистори R5,R6 (0,1 Ом), що забезпечують дещо зменшення коефіцієнту підсилення каскаду загалом, але покращує температурну стабільність, яка може суттєво порушуватись через потужні струми, що протікають через транзистор VT2;

4) Для забезпечення захисту від стумів самоіндукції обмоток крокового двигуна паралельно із обмотками включено імпульсний діод VD1.

Через значні струми, що протікають в транзисторі VT2, на ньому може виділятися значна потужність, що можливо оцінити зважаючи на ключовий режим роботи як:

$$P_{C2} = \frac{I_{\max} \times U_{нас}}{Q} = \frac{2,5 \times 2}{2} = 2,5(\text{Вт}) \leq P_{\max}, \quad (21)$$

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $U_{нас}$ - напруга насичення відкритого транзистора;

Q - шпаруватість імпульсів керування кроковим двигуном.

За (1) для охолодження транзистора VT1 необхідно застосувати радіатор площею до декілька десятків сантиметрів.

Таким чином розроблено блок підсилювача струму керування на двох транзисторах із елементами захисту від несанкціонованих режимі роботи.

3.4 Попередній розрахунок надійності

Надійність пристроїв можливо оцінити на всіх етапах активного життєвого циклу виробу, але найбільш поширеним аналізом є дослідження надійності під час періоду нормальної експлуатації після первинних відмов припрацювання та перед появою відмов старіння компонентної бази [17-21]. Численними дослідженнями підтверджено, що терміну нормальної експлуатації відповідає експоненційний закон розподілу ймовірностей розподілу відмов, якщо відмови є статистично незалежними та послідовними. Основним показником експоненційного закону розподілу є інтенсивність відмов компонент радіоелектронного пристрою якого - λ . [21].

Основними показниками для розрахунків є схема електрична принципова виробу КПТР2018005.01.13.00ЕЗ із переліком компонент КПТР 2018005.01.13.00ПЕЗ, а також електричне навантаження, механічні навантаження, кліматичні умови експлуатації; умови особливих режимі роботи. Інтенсивності відмов слід визначати або за паспортними, або за типовими даними відповідно аналогічним виробам подібного призначення.

Значення інтенсивності раптових відмов пристрою за термін нормальної експлуатації можливо визначити за наступним виразом [20]:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^K \lambda_{0i} k_{1i} k_{2i} k_{3i} \alpha_i (t^0, E_i), \quad (22)$$

де λ_{0i} - інтенсивність відмов i -го елемента за нормальних умов, 1/год;

k_{1i} - коефіцієнт рівня впливу механічних навантажень (вібрація, удари, прискорення), для стаціонарної професійної апаратури $k_1=1,2$, але за умови можливих вражень кулями, що рикошетять, прийmemo $k_1=3$;

k_{2i} - коефіцієнт рівня впливу температури та вологості, що погіршує, для підвальних приміщень за температури $t=+10...+30$ °C та відносній вологості у 60-90% встановлюється $k_2=1,5$ (підвальні приміщення мають стабільні умови);

k_{3i} - коефіцієнт впливу несприятливих умов через зміну атмосферного тиску в місці експлуатації $k_3=1,1$;

$\alpha_i(t^0, E_n)$ - коефіцієнт, впливу локальних теплових навантажень та рівня електричного навантаження елемента щодо максимально припустимих параметрів;

K - кількість складових, що входить до розрахунку надійності (кількість елементів або кількість окремих модулів).

Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування складається із 3 конструктивно окремих модулів і ряду виносних елементів, що знаходяться в однакових умовах експлуатації – в підвальних приміщеннях із штучним кліматом взимку та стабільними кліматичними умовами влітку. Через однакові умови експлуатації ряд коефіцієнтів (1) є однаковими для всіх елементів та їх доцільно виносити за знак суми під час попередніх розрахунків надійності:

$$\lambda_{\Sigma} = k_1 k_2 k_3 \sum_{i=1}^K \lambda_{0i} \alpha_i (t^0, E_i), \quad (23)$$

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Таблиця 5 – Калькуляція інтенсивностей відмов виконавчого пристрою рухомої мішені віддаленого керування на рівні блоків

№	Назва блоку, або групи елементів	К-сть блоків, шт	К-сть, компонентів блоку, шт	Серед. ін-ть. відмов $\lambda_0 10^{-6}$	Коеф. навата ж. $\alpha_i(T, K_i)$	Відмв. блоку, 1/год	Обґрунтування
1	Блок сенсорів	2	20	0,16	0,3	1,92	Низька потужність
2	Блок диференційного приймача	2	12	0,1	0,2	0,48	Слабкоструміві кола, низька потужність, мікросхема
3	Блок диференційного передавача	1	16	0,13	0,3	0,624	Слабкоструміві кола, низька потужність, напівпровідники
4	Блок оптичної розв'язки	2	16	0,18	0,5	2,88	Слабкоструміві кола, низька потужність, напівпровідники, мікросхеми
5	Адаптер крокового двигуна	1	27	0,05	0,5	0,675	Напівпровідникові мікросхеми
6	Блок мережевого живлення	1	24	1	1,0	24	Силові діоди, трансформатори, дроселі
7	Блок підсилювача струму керування	4	9	0,4	0,5	7,2	Силовий транзистор, імпульсний режим
8	Кабелі блоку сенсорів	2	24	0,05	1,0	2,4	Паяні з'єднання кабелів
8	Елементи лицевої панелі	1	6	0,4	0,5	1,2	Запобіжник, тумблер, індикатори
10	Невраховані	1				10	Невраховані
	Всього	17	154			51,379	

Зауважимо, що чим більш сучасний компонент пристрою, тим відносно менша його інтенсивність відмов (табл.5), порівняно із застарілими. В результаті загальна надійність більш новітніх виробів вища [20,21].

Із застосуванням коефіцієнтів для стаціонарної апаратури, що працює у закритих приміщеннях із штучним кліматом виконавчого пристрою рухомої мішені віддаленого керування інтенсивність відмов (за табл.5) складатиме:

$$\begin{aligned} \lambda_{\Sigma} &= k_1 k_2 k_3 \sum_{i=1}^K \lambda_{0i} \alpha_i (t^0, E_i) = \\ &= 3 \times 1,5 \times 1,1 \times 51 = 252 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{год} \right), \end{aligned} \quad (24)$$

а опосереднений термін роботи пристрою до відмови із урахуванням застосування експоненційного закону розподілу:

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{252 \times 10^{-6}} \cong 4000 (год), \quad (25)$$

що є типовим для апаратури аналогічного призначення.

Якщо вважати максимальний час використання шкільних тирів і відповідно пристрою віддаленого керування - 4 годин на день, надійності пристрою вистачить на 3 роки щоденної експлуатації.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто актуальність облаштування стрільбищ та стрілецьких приміщень для проведення стрілецьких вправ на рівні держави для набуття та підвищення навичок громадян щодо володіння зброєю. Особливо актуальне це питання для засобів вищої та середньої освіти із урахуванням військового вторгнення в Україну.

2. Проаналізовано структуру стрілецьких приміщень, розташування різних елементів тирів закритого типу, зазначено вимоги щодо облаштування тирів у школах.

3. Визначено вимоги щодо організації тирів із рухомими мішенями для стрільби із пневматичної зброї в рамках шкільних тирів, особлива увага приділена розгляду структури та системи керування в зоні розташування рухомих мішеней.

4. Проведено огляд аналогів з точки зору побудови електричної та механічної системи керування, основних параметрів виконавчих пристроїв рухомих мішеней. На основі розгляду аналогів розроблене технічне завдання із базовими параметрами та характеристиками для приладу, що розробляється.

5. Запропоновано узагальнену структурну схему пристрою та інтерфейсу керування рухом мішені з боку стрілецької зони. Розроблена логічна схема керування рухом мішені, реалізовано вибір механічної системи на основі крокового двигуна як рушійного елемента.

6. На основі запропонованого інтерфейсу розроблено функціонально-логічну схему керування кроковим двигуном руху мішені, визначено параметри тактування схеми керування кроковим двигуном.

7. Розроблена схема електрична структурна, проведено функціональну декомпозицію структури пристрою, запропоновано схему передачі сигналів на основі кабелю UTP та диференційної передачі сигналів із оптичними розв'язками.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розроблена схема електрична принципова пристрою та окремого блоку сенсорів у складі системи керування рухомою мішеною. Проведено електричні розрахунки блоку диференційного передавача та приймача головного інтерфейсу зв'язку із пультом керування, а також підсилювача струму керування кроковим двигуном.

9. Проведено попередній аналіз надійності пристрою за раптовими експлуатаційними відмовами та сформовано висновки щодо можливості використання запропонованих рішень під час облаштування шкільних тирів для проведення пневматичної стрільби по рухомими мішеням.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вогнева підготовка: навчально методичний посібник / Жбанчик А.В., Комісаров О.Г., Тимофєєв В.П., Сіротченков Д.Ю., Кузнецов О.І. – Дніпро: ДДУВС, 2017. – 149 с.
2. -Бабенко -В.І., -Медовий -Є.О., -Яврошенко -О.М. -Курс -Вогневої підготовки. Харків – 1999 – 336 с.
3. Наказ МВС України 01.02.2016 № 70 «Інструкція із заходів безпеки при поводженні зі зброєю».
4. Глущенко А.К. Вогнева підготовка. Навчальний посібник, Вінниця, 1998. – 150 с.
5. Афанасьєв -С.І., -Будагьянц -Г.М. -Вогнева -підготовка. -Навчальний посібник. Луганськ, 1998 р. – 198 с.
6. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник/ За ред. Ю.Л.Мазора, Є.А.Мачуського, В.І.Правди. – К.: Вища шк., 1999. – 838 с.
7. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, т.1, — Харків: «Компанія СМІТ», 2003. — 580 с.
8. Климаш М.М. Оптичні та радіоканали телекомунікацій : навч. посібник / М.М. Климаш, О.А. Лаврів, Р.І. Бак. – Львів. : Вид-во Львівської політехніки 2010. – 424 с.
9. Волочій Б. Ю. Практикум з теорії електрозв'язку : навч. посібник / Б. Ю. Волочій, Л. Д. Озірковський. – Львів. : Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 116 с.
10. Васілевський О.М., Гриценко Ю.В. Нормування показників надійності технічних засобів. Навч. посібник .Вінниця: ВНТУ, 2013р., 160 с.
11. Троцишин І.В. Фізичні основи електронних приладів: Навч. посібник / І.В.Троцишин – Хмельницький: ХДУ. – 2004. – 488 с.
12. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти В 4 ч. Ч. 1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.:

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

-
- В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с.
13. Каудман М., Сидман А.Г. Практическое руководство по расчетам схем в электронике: Справ. в 2 т. Т.2:Пер. с англ./Под ред. Ф.Н. Покровского. - М.:Энергоатомиздат, 1993. - 288 с.
 14. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. В 3 т. Т.1: Пер. с англ.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.:Мир, 1993. - 413 с.
 15. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство: Пер. с нем. - М.:Мир, 1983. - 512 с.
 16. Буката Л.Н. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: навчальний посібник. – Ч. 1. – Модуль 2 / Буката Л.Н., Глазунова Л.В. – Одеса: ОНАЗ ім.О.С. Попова, 2013. – 84 с.
 17. Швець Є.Я. Матеріали і компоненти електроніки: навч. посібник /Є.Я.Швець, І.Ф.Червоний, Ю.В.Головко – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 278 с.
 18. Василенко І.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: навч. посібник. / І.І.Василенко, В.В.Широков, Ю.І.Василенко. – Львів: «Магнолія-2006», 2009. – 242 с.
 19. Методичні вказівки щодо організації, проведення та підготовки звіту з переддипломної практики для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»/ уклад.:Підченко С.К., Огнєвий О.В., Таранчук А.А., Мішан В.В. / за заг. ред. С.К.Підченко. – Хмельницький: ХНУ, 2021. – 29с.
 20. ДСТУ 3004-95. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. К.: Держстандарт України, 1995. – 123 с.
 21. Федун І.В. Основи теорії надійності та контролю якості виробів електронної техніки: Лабораторний практикум. Вінниця: ВДТУ, 2003р., 71 с.

					КПТР 2018005.01.13.00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Поз. Познач	Найменування				Кіл.	Примітка
FU1	Запобіжник ВП2Б-1В,1А250В				1	
SA1	Мікротумблер МТ3				1	
X1-X3	Розняття РГ-2Н-29/12				3	Гніздо
X4	Вилка мережева УК-205В-WH				1	3А
X5	Розняття РГ-2Н-29/12				1	
A1	<u>Блок диференційного приймача</u>				2	
C1	Конденсатор К10-17-1а-50В-33нФ±20%				1	
C2,C3	Конденсатор К52-16-16В-20 мкФ±5%				2	
DA1	Мікросхема 544УД2				1	
	Резистори С2-31-0,125 ±5%					
R1	5,1 кОм					
R2	110 кОм				1	
R3- R5	5,1 кОм				3	
R6,R7	51 кОм				2	
R8,R9	160 кОм				2	
A2	<u>Блок диференційного передавача</u>				1	
	Резистори С2-31-0,125 ±20%					
R1,R2	10 кОм				2	
R3	1,2 кОм				1	
R4,R5	10 кОм				2	
КПТР 2018005.01.13.00 ПЕЗ						
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		
Розробив	Ососков Ю.О.				Літ. Аркуш Аркушів у 1 4	
Перевірив	Пивовар О.С.					
Н.контр.					ХНУ, ФІТ	
Затверд.	Підченко С.К.					
Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування Перелік елементів						

Поз. Познач	Найменування	Кіл.	Примітка
SA1	Кінцевий вимикач KW-1-2A	1	з прапорцем
VD1	Фотодіод ФД220	1	
VD2	Світлодіод інфрачервоний АЛ118А	1	
VD3	Світлодіод FYL10003 LRD	1	10мм
A1	<u>Модуль блока сенсорів</u>	1	
Конденсатори			
C1	K10-17-1a-50B-33нФ±20%	1	
C2	K52-16-16B-20 мкФ±5%	1	
		1	
DD1	Мікросхема К1564ЛА7	1	
Резистори С2-31-0,125 ±20%			
R1	220 кОм	1	
R2	1 кОм	1	
R3,R4	110 кОм	2	
R5	720 кОм	1	
R6,R7	5 кОм	2	
VT1	Транзистор КТ3102А	1	
X1	Розняття РШ-2Н-29/16	1	

КПТР 2018005.01.13.02 ПЕЗ				
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив	Ососков Ю.О.			
Перевірів	Пивовар О.С.			
Н.контр.				
Затверд.	Підченко С.К.			
Блок сенсорів Перелік елементів			Літ.	Аркуш
			у	1
				1
ХНУ, ФІТ				

КОНТРОЛЬ ПЛАГІАТУ



Имя пользователя:
Kafedra TMIT KhNU

ID проверки:
1011310144

Дата проверки:
23.05.2022 23:50:23 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet

Дата отчета:
24.05.2022 00:00:31 EEST

ID пользователя:
100005657

Название файла: Ососков_TP-18

Количество страниц: 72 Количество слов: 13162 Количество символов: 101549 Размер файла: 1.19 MB ID файла: 1011197619

0.46% Совпадения

Наибольшее совпадение: 0.11% с Интернет-источником (<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/syllabus-mikr..>)

0.46% Источники из Интернета

84

Страница 74

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

0% Цитат

Не найдено ни одной цитаты

Не найдено ни одной ссылки

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы

3

Tue May 24 08:37:31 EEST 2022, Стецюк Віктор Іванович, Хмельницький національний університет, X

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 8%

ID: 103861 Название: Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування Добавлено в БД: 2022-05-24 Авторы: Ососков Юрій Олександрович Руководители: Пивовар Олег Сергійович Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	79760	1219	1492 (2%)	18 (1%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РІШЕННЯ КАФЕДРИ

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування

Автор: **Ососков Юрій Олександрович**

Спеціальність: **172 Телекомунікації та радіотехніка**

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: **к.т.н., доц. Пивовар Олег Сергійович**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	<u>Відповідає</u>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 0,46%, виявлені в роботі є випадковими і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.

01.06.2022р.

Керівник проекту:



Олег ПИВОВАР

Зав. каф. ТМІТ



Сергій ПІДЧЕНКО

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційний проект студента групи ТР1-18-1

Ососкова Юрія Олександровича

«Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування»

Зважаючи на ситуацію із військовим вторгненням Росії в Україні тема проекту особливо актуальна та відповідає спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Кваліфікаційний проект бакалавра складається із текстової частини, що складається із вступу, 3 розділів, висновків з виконання проекту, списку використаних джерел та додаткових матеріалів у кінці звіту. Загальний обсяг роботи в якому викладено основний зміст складає 67 сторінок і є достатнім для кваліфікаційних проектів бакалаврів. Графічна частина представлена 4 кресленням загальним обсягом 2 аркуші формату А1, із необхідними специфікаціями, відомостями та переліками елементів.

Перевагами кваліфікаційного проекту використання широко розповсюдженої елементної бази, розробка провідного інтерфейсу віддаленого керування із ґрунтовним доведенням доцільності його використання, проведення макетування роботи окремих блоків, коректність електричних розрахунків, акуратність та технічна грамотність виконання креслень схем на основі державних стандартів. Однак в роботі присутні ряд неточностей формулювань, обмежено описана робота електричної схеми.

В цілому кваліфікаційний проект Ососкова Юрія Олександровича “Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування” виконано на високому технічному рівні та може бути рекомендовано до впровадження. Проект заслуговує оцінку “відмінно”.

Рецензент:

Зав.каф.АКІТ, д.т.н., проф.



Валерій МАРТИНЮК

4.06.2022р.

Відгук керівника
на кваліфікаційний проект студента групи ТР1-18-1
Ососкова Юрія Олександровича
«Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування»

Студент 4-го курсу Ососков Ю.О. під час виконання кваліфікаційного проекту розробив частину конструкторської документації з важливого на даний час напрямку – забезпечення оволодіння навичками стрільби по біжучим мішеням, що передбачається застосовувати в рамках військової підготовки у шкільній програмі старших класів. Під час проектування особлива увага приділялася використанню доступної елементної бази для можливості виготовлення без застосування складного виробничого обладнання, в тому числі і в рамках шкільних (університетських) гуртків з конструювання радіоапаратури.

В проекті наведено обґрунтування можливостей та доцільностей облаштування тирів типу «біжуча мішень» в підвальних приміщеннях загальноосвітніх та вищих навчальних закладів, проведено обґрунтування прийнятих рішень та виконано ряд електричних розрахунків, що доводять високий ступінь опанування матеріалу студентом. Під час виконання проекту студент адекватно прислуховувався до зауважень, роботу виконував із зацікавленістю. Графічна частина виконана акуратно, насичення креслень інформацією високе, формальні вимоги до текстової та графічної частини виконані повністю.

Вважаю, що кваліфікаційний проект заслуговує оцінки «Відмінно».

01.06.22р

к.т.н., доц. каф. ТМІТ



Олег ПИВОВАР

Завідувачу кафедри
телекомунікацій, медійних та
інтелектуальних технологій (ТМІТ)
Підченко С.К.
здобувача вищої освіти
студента 4 курсу, гр. ТР1-18-1
Ососков Юрій Олександрович

ЗАЯВА

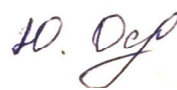
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційного проекту до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

01.06.22

дата



підпис

Ососков Ю.О.

Тема кваліфікаційного проєкту бакалавра: « Виконавчий пристрій рухомої мішені віддаленого керування»

Автор проєкту: Ососков Юрій олександрович.

Керівник проєкту:

канд. техн. наук, доц. Пивовар Олег Сергійович.

Пояснювальна записка: 61 сторінка, 23 рисунки, 5 таблиць, 21 джерело посилання.

Графічна частина: 4 креслення, 9 презентаційних слайдів.

Метою кваліфікаційного проєкту є розробка пристрою для керування рухом біжучої мішені в вогняній зоні шкільних стрільбищ, що відрізняється зменшеною вартістю, доступністю компонент, високою ремонтпридатністю та надійністю взаємодії із пультом керування під час експлуатації.

ОБЛАШТУВАННЯ ТИРІВ

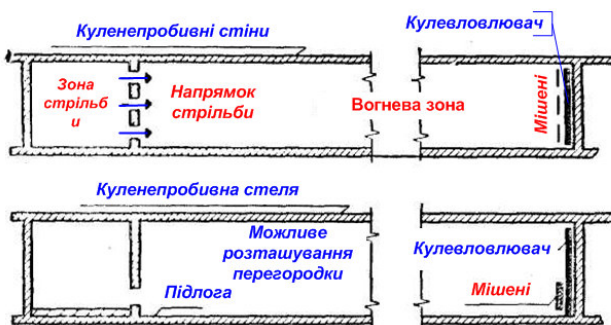


Рисунок 1 – Тир закритого типу



Рисунок 2 – Тир відкритого типу

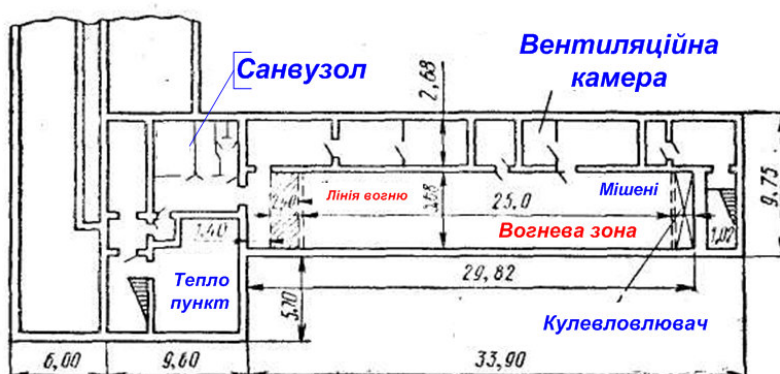


Рисунок 3 – Типове облаштування шкільного тиру

Основні зони тирів:

1. Зона стрільби.
2. Вогнева зона.
3. Зона мішеней.

Основні елементи тирів:

1. Стрілецька галерея.
2. Кулеперехоплювач.
3. Мішень.
4. Кулевловлювач.

ВОГНЯНА ЗОНА ТИРУ ІЗ БІЖУЧИМИ МІШЕННЯМИ

3

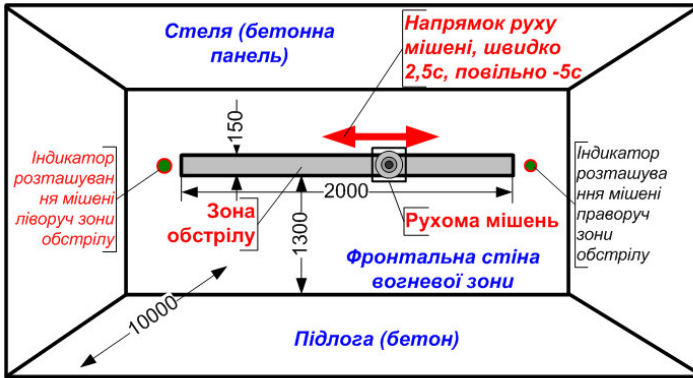


Рисунок 1 – Огляд рухомої мішені з боку стрільця

ОСНОВНІ ЗАДАЧІ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ:

1. Передача сигналів сенсорів руху до пульта керування.
2. Прийом команд старту, стопу, напрямку та швидкості руху.
3. Прийом команд керування індикаторами розташування мішені поза зоною обстрілу.

ОСОБЛИВОСТІ РУХУ МІШЕНІ:

1. Декілька швидкостей .
2. Випадковий вибір швидкостей.
3. Індикація початку руху.
4. Програми руху мішені для стрільцьких вправ.

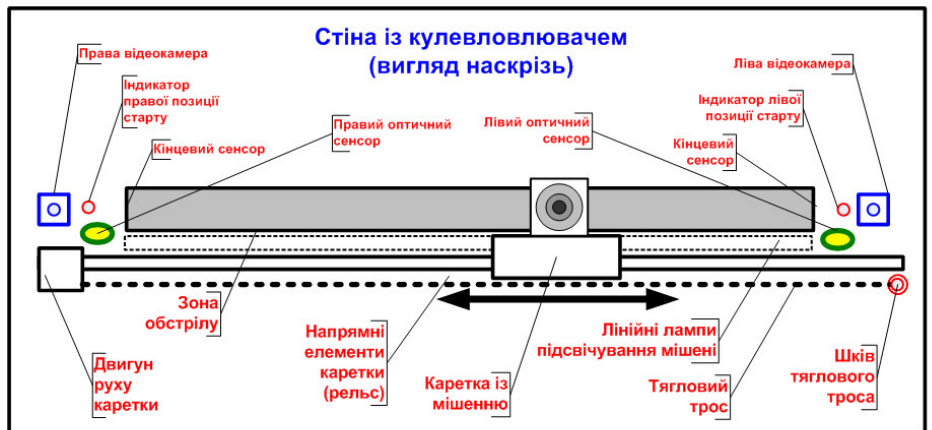


Рисунок 2 – Елементи руху мішені в зоні кулевловлювача

ФУНКЦІЇ ПУЛЬТА КЕРУВАННЯ ТА КОНСТРУКЦІЇ АНАЛОГІВ

4



Рисунок 1 – Пульт керування

Таблиця 1 – Призначення кнопок керування

Ряд	Місце	Назва	Функціональне призначення
1	1	«2сек»	Включення режиму пробігу за 2,5с
1	2	«5сек»	Включення режиму пробігу за 5с
1	3	«лів.»	Рух каретки ліворуч на один крок
1	4	«прав.»	Рух каретки праворуч на один крок
2	1	«var20»	Запуск багаторазових пробігів 20 разів по 20с. на пробіг із випадковим вибором швидкості
2	2	«var30»	Запуск багаторазових пробігів 30 разів по 20с. на пробіг із випадковим вибором швидкості
2	3	«стоп»	Зупинка автоматичних багаторазових пробігів каретки
3	1	«const20»	Запуск багаторазових пробігів 20 разів по 20с. на пробіг із незмінною швидкістю
3	2	«const30»	Запуск багаторазових пробігів 30 разів по 20с. на пробіг із незмінною швидкістю
3	3	«старт»	Запуск одноразового пробігу

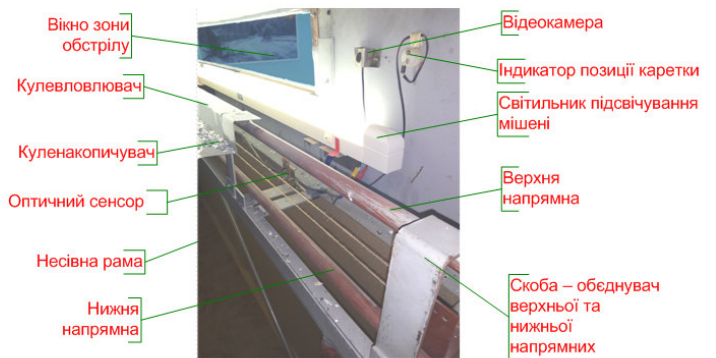


Рисунок 2 – Розташування кінцевих сенсорів

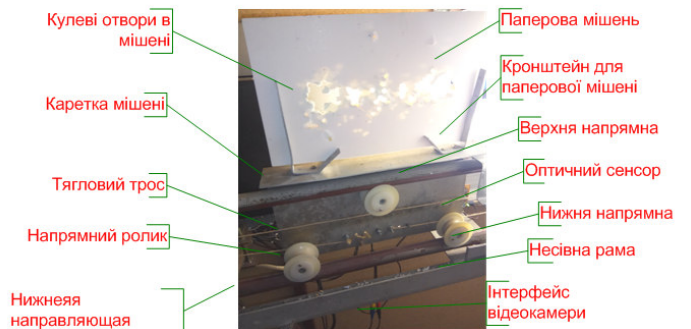


Рисунок 3 – Конструкція каретки

СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БІЖУЧОЇ МІШЕНІ ТА ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ

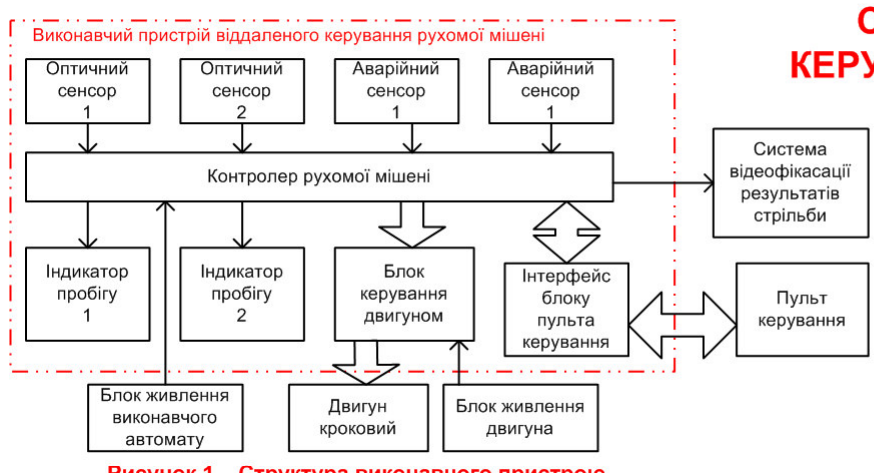


Рисунок 1 – Структура виконавчого пристрою

Таблиця 2 – Основні технічні системи керування біжучою мішенню

№	Найменування параметру	Одиниця	Значення	Примітки
1	Довжина вогневої зони	м	25	не менше
2	Довжина ділянки пробігу мішені	м	2+0,2	
3	Напруга живлення	В	5, 12	
4	Кількість режимів швидкості пробігу	-	2	
5	Тип кінцевих сенсорів	-	оптичний	типова
6	Тип мішені	-	паперова	
7	Струм споживання по напругам	А	2	не більше

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики виконавчого пристрою

№	Найменування параметру	Розм.	Знач.	Примітки
1	Напруга живлення	В	5 нест., 12ст.	Номинал
2	Кількість оптичних сенсорів	шт	2	
	Кількість механічних сенсорів	шт	2	
3	Кількість оптичних індикаторів	шт	2	
4	Габаритні розміри	мм	150x150x100	не більше
5	Тип команд керування		потенційний	
6	Тип інтерфейсу пульта		диференц.	
7	Діапазон робочих температур	°C	0...+40	не менше



Рисунок 2 – Структура системи керування біжучою мішенню

ВІДДАЛЕНИЙ ІНТЕРФЕЙС КЕРУВАННЯ



Рисунок 1 – Логічна схема інтерфейсу керування

- ОСОБЛИВОСТІ СХЕМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕРФЕЙСУ:**
1. Двоспрямованість.
 2. Статичний характер сигналів.
 3. Диференційна схема взаємодії.
 4. Оптична гальванічна розв'язка.
 5. Використання UTP кабелю 4 пари.

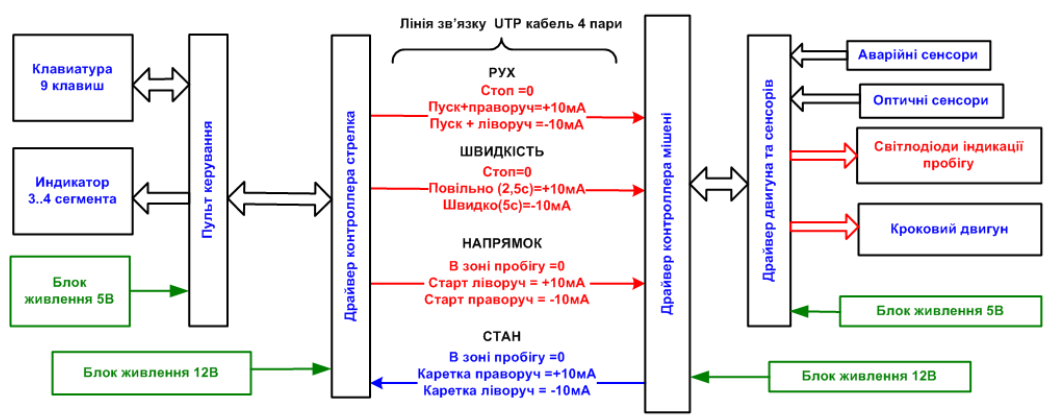


Рисунок 2 – Схемна реалізація інтерфейсу керування

КАНАЛ КЕРУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ

7

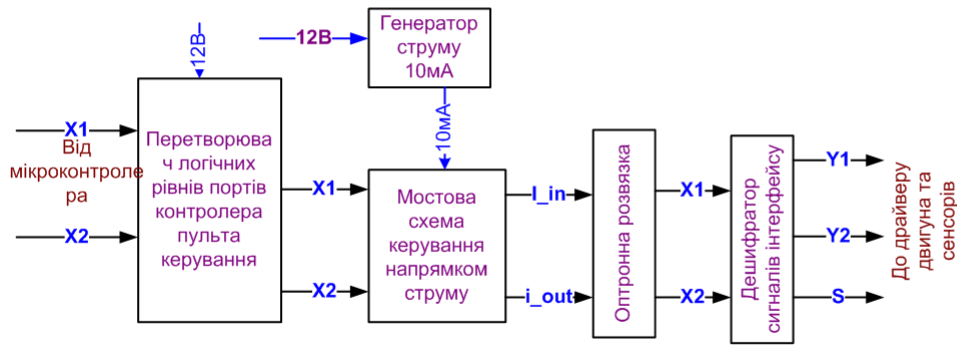


Рисунок 1 – Структура каналу передачі

ОСОБЛИВОСТІ СХЕМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КАНАЛУ:

1. Простота.
2. Типізація.
3. Доступність елементної бази та взаємозамінність.
4. Слабка чутливість до зміни параметрів компонент.

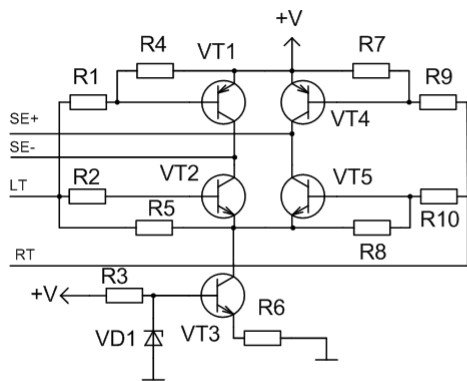


Рисунок 2 – Принципова схема організації струмової петлі на основі H-моста та генератора струму

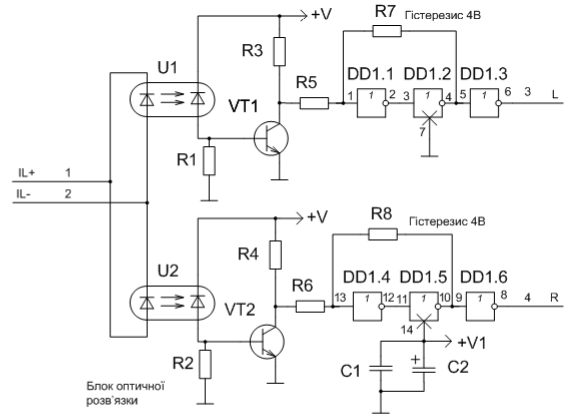


Рисунок 2 – Принципова схема заводостійкого приймача сигналів струмової петлі із оптичною розв'язкою

ДРАЙВЕР КРОКОВОГО ДВИГУНА

8

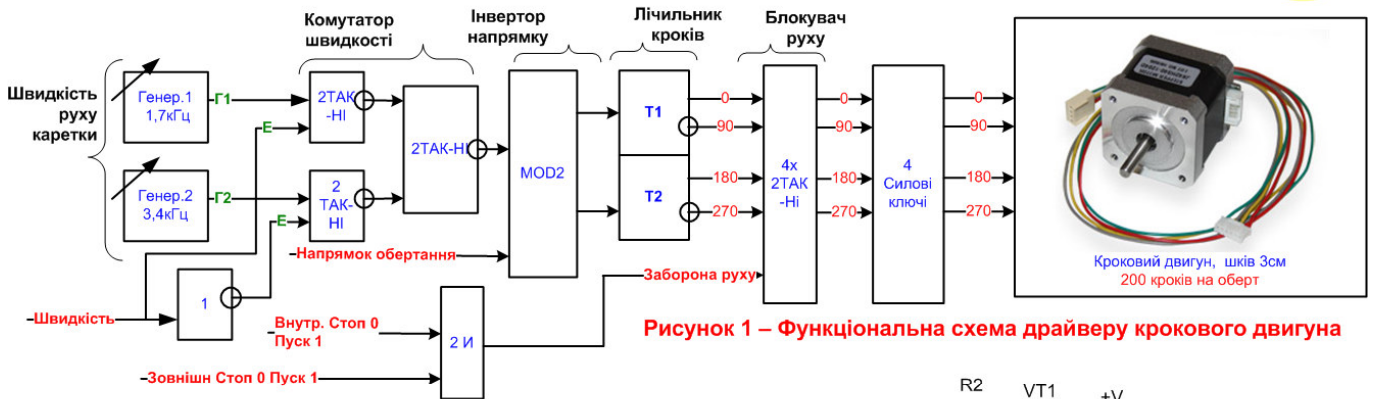


Рисунок 1 – Функціональна схема драйверу крокового двигуна

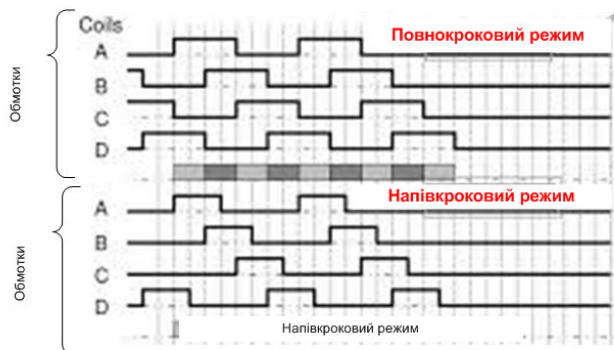


Рисунок 2 – Сигнали керування кроковим двигуном

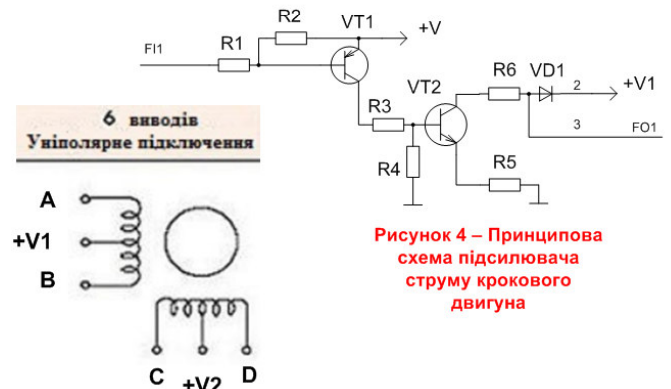


Рисунок 4 – Принципова схема підсилювача струму крокового двигуна

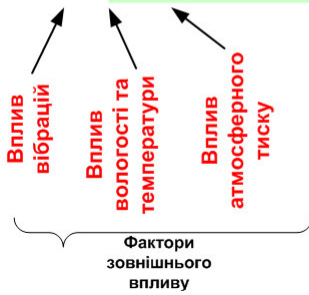
Рисунок 3 – Схема уніполярного підключення крокового двигуна

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ВИКОНАВЧОГО ПРИСТРОЮ

Пристрій відноситься до стаціонарної апаратури, в опалювальних приміщеннях із штучним кліматом

$$\lambda_{\Sigma} = k_1 k_2 k_3 \sum_{i=1}^k \lambda_i \alpha_i(t^0, E_i) =$$

$$= 3 \times 1,5 \times 1,1 \times 51 = 252 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}} \right),$$



Середній час напрацювання на відмову:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} =$$

$$\frac{1}{252 \times 10^{-6}} \cong 4000 (\text{год})$$

Середній час безвідмовної роботи – 3 роки із розрахунку 4 години на день.

Таблиця 1 – Укрупнена поблочна калькуляція інтенсивності відмов

№	Назва блоку, або групи елементів	К-сть блоків, шт	К-сть, компонент блоку, шт	Серед. ін-ть. відмов $\lambda_0 10^{-6}$	Коеф. навант. $\alpha_i(T, K_{\lambda})$	Відмв. блоку, 1/год $\times 10^{-6}$	Обґрунтування
1	Блок сенсорів	2	20	0,16	0,3	1,92	Низька потужність
2	Блок диференційного приймача	2	12	0,1	0,2	0,48	Слабкострумкові кола, низька потужність, мікросхема
3	Блок диференційного передавача	1	16	0,13	0,3	0,624	Слабкострумкові кола, низька потужність, напівпровідники
4	Блок оптичної розв'язки	2	16	0,18	0,5	2,88	Слабкострумкові кола, низька потужність, напівпровідники, мікросхеми
5	Адаптер крокового двигуна	1	27	0,05	0,5	0,675	Напівпровідникові мікросхеми
6	Блок мережевого живлення	1	24	1	1,0	24	Силкові діоди, трансформатори, дроселі
7	Блок підсилювача струму керування	4	9	0,4	0,5	7,2	Силковий транзистор, імпульсний режим
8	Кабелі блоку сенсорів	2	24	0,05	1,0	2,4	Паяні з'єднання кабелів
8	Елементи лицевої панелі	1	6	0,4	0,5	1,2	Запобіжник, тумблер, індикатори
10	Невраховані	1				10	Невраховані
	Всього	17	154			51,379	

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано структуру стрілецьких приміщень, розташування різних елементів тирів закритого типу, зазначено вимоги щодо облаштування тирів у школах для проведення стрільби із пневматичної зброї.
2. На основі розгляду аналогів розроблене технічне завдання із базовими параметрами та характеристиками для приладу, що розробляється.
3. Запропоновано узагальнену структурну схему пристрою та інтерфейсу керування рухом мішені з боку стрілецької зони. Розроблена логічна схема керування рухом мішені. На основі запропонованого інтерфейсу розроблено функціонально-логічну схему керування кроковим двигуном руху мішені, визначено параметри тактування схеми керування кроковим двигуном.
4. Розроблена схема електрична структурна системи та виконавчого пристрою, проведено функціональну декомпозицію структури пристрою, запропоновано схему передачі сигналів на основі кабелю UTP та диференційної передачі сигналів із оптичними розв'язками.
5. Розроблена схема електрична принципова пристрою та окремого блоку сенсорів у складі системи керування рухомою мішеною. Проведено електричні розрахунки блоку диференційного передавача та приймача головного інтерфейсу зв'язку із пультом керування, а також підсилювача струму керування кроковим двигуном, проаналізовано надійність за раптовими відмовами.