

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мереж

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТ-510
спеціальності _____

123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

ФОМІН Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник ІЛ'ЯШЕНКО М.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент ЄФИМЕНКО М.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
 Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) бакалаврський
 Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
 (код і назва)
 Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерні системи та мережі
 (назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Кудерметов Р.К.

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

ФОМІНА Данила Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера

керівник проекту (роботи) ІЛЛЯШЕНКО М.Б., к. т. н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “01” квітня 2024 року № 105

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.06.2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4,
протокол SMB, Samba та NFS

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

- 1) Огляд використання технологій локальних сховищ на одноплатних комп'ютерах;
- 2) Обґрунтування вибору одноплатних комп'ютерів;
- 3) Реалізація локального сервера на Raspberry Pi;
- 4) Тестування розробки проекту.

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

- 1) Перелік одноплатних комп'ютерів та їх характеристики;
- 2) Технічні характеристики елементів Raspberry Pi модель B;
- 3) Загальне проектування мережі;
- 4) Порівняння швидкості завантаження та вивантаження;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	ІЛЬЯШЕНКО М.Б., к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 01.04.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

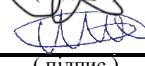
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд існуючих технологій	22.04.2024	
2	Аналіз технічного завдання	25.04.2024	
3	Обґрунтування вибору	05.05.2024	
4	Налаштування локального середовища	18.05.2024	
5	Налаштування VPN	20.05.2024	
6	Тестування розробки	25.05.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2024	
8	Захист роботи	06.06.2024	

Студент


(підпис)

Данило ФОМІН
(ініціали та прізвище)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Матвій ІЛЬЯШЕНКО
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 56 с., 22 рис., 4 табл., 18 джерел.

NAS, RASPBERRY PI, RAID, SAMBA, VPN, ЛОКАЛЬНЕ СХОВИЩЕ ПРОТОКОЛ, СЕРВЕР

Метою роботи є створення локального сервера на основі платформи Raspberry Pi.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- провести огляд одноплатних комп'ютерів;
- обґрунтувати методи використання Raspberry Pi та утиліт для розгортання локального сервера.
- розгорнути локальне сховище для зберігання та розповсюдження даних в локальній мережі встановити усі необхідні утиліти для його функціонування;
- протестувати та оцінити передачу даних в межах локальної мережі.

Під час проекту був проведений аналіз використання одноплатних комп'ютерів, де були визначені їх переваги та недоліки, і була обрана відповідна плата для подальшого використання. Також було досліджено структурну схему одноплатного комп'ютера Raspberry Pi та описано його характеристики. На основі цього був розроблений алгоритм передачі даних у клієнт-серверному середовищі.

Після цього було здійснено конфігурацію та налаштування Raspberry Pi, встановлено протокол Samba для організації локального зберігання файлів. Додатково був підключений веб-сервер з використанням LAMP.

Використовуючи міні-комп'ютер Raspberry Pi та мережевий протокол Samba, була реалізована технологія локального зберігання файлів.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Огляд використання технологій локальних сховищ та одноплатних комп'ютерів.....	8
1.1 Локальне сховище NAS	9
1.1.1 Технологія RAID	10
1.2 Одноплатні комп'ютери	15
1.2.1 Одноплатні комп'ютери Raspberry Pi.	16
1.2.2 Одноплатні комп'ютери Odroid.....	17
1.2.3 Одноплатні комп'ютери Banana Pi.....	19
1.2.4 Одноплатні комп'ютери Beaglebone Black.....	20
1.2.5 Одноплатні комп'ютери Cubieboard2	20
1.2.6 Одноплатні комп'ютери Radxa Rock.....	22
1.3 Висновки	24
2 Обґрунтування вибору одноплатних комп'ютерів.....	25
2.1 Raspberry Pi	25
2.2 Передача даних.....	34
2.3 Протокол Samba	36
2.4 Протокол NFS	36
2.5 IEEE стандарт.....	37
2.6 Bluetooth	38
2.7 Висновки	39
3 Реалізація локального сервера на Raspberry Pi	40
3.1 Налаштування Raspberry Pi	40
3.2 Конфігурація Samba	41
3.3 Веб-сервер на Raspberry Pi	43
3.4 Налаштування VPN.....	46
3.5 Висновки	48

4 Тестування розробки проєкту	49
4.1 Методологія тестування	49
4.2 Порівняння швидкості завантаження даних	50
4.3 Висновки	52
Висновки	54
Перелік джерел посилання	55
Перелік графічного матеріалу:	
Пл. 1 - Перелік одноплатних комп'ютері та їх характеристики	
Пл. 2 - Технічні характеристики елементів Raspberry Pi модель B	
Пл. 3 - Загальне проєктування мережі	
Пл. 4 - Порівняння швидкості завантаження та вивантаження	

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

NAS	Мережева система зберігання даних
UART	Універсальний асинхронний приймач/передавач
SMB	Протокол прикладного рівня
SBC	Одноплатний комп'ютер
OS	Операційна система
RPi	Raspberry Pi

ВСТУП

Протягом останнього десятиліття електронний пейзаж для хобістів в електроніці зазнав істотних змін завдяки новому типу одноплатних комп'ютерів. Ці пристрої, що представляють собою повноцінні комп'ютери, збудовані на одній платі, відрізняються від традиційних настільних комп'ютерів. Одноплатники не потребують додаткової пам'яті або простору для завантаження, не вимагають витягнутих кабелів живлення через переповнений корпус, а також не потребують прив'язування оперативної пам'яті, підключення безлічі вентиляторів до корпусу або міцного охолодження з розміром термопастки під радіатором, розміром з горошину. Ці особливості конструкції відображають відмінності у призначенні.

Одноплатні комп'ютери задумані як навчальний інструмент і досі в основному продається для аудиторій потенційних кодерів. Але їх застосування виходить далеко за межі цього і можуть використовуватися для різноманітних комерційних та промислових цілей.

Під час виконання проєкту було проведено огляд локального сховища NAS з використанням RAID масивів та обґрунтовано вибір одноплатного комп'ютера за його технічними характеристиками та ціновими показниками. Проведено налаштування локального серверу на Raspberry Pi 4 із використанням VPN технології та тестування з урахуванням продуктивності роботи комп'ютера та швидкості передавання та зберігання даних.

1 ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЛОКАЛЬНИХ СХОВИЩ ТА ОДНОПЛАТНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Локальні сховища - це сховища даних, які знаходяться на комп'ютері користувача або на його локальній мережі. Вони використовуються для зберігання і керування версіями файлів та проектів.

Існує багато інших інструментів для керування версіями файлів і проектів. Вибір конкретного залежить від потреб користувача, типу проекту та умов його розробки.

Ось деякі з найпоширеніших локальних сховищ:

- «Git» - це розподілена система керування версіями, яка широко використовується для розробки програмного забезпечення. Він дозволяє користувачам зберігати версії своїх проектів, відстежувати зміни, злити зміни від кількох джерел і багато іншого;

- «SVN» (Subversion) - це централізована система керування версіями, яка також дозволяє користувачам зберігати версії файлів і проектів, але вона має іншу архітектуру, ніж Git;

- «Mercurial» - це ще одна розподілена система керування версіями, яка подібна до Git. Вона дозволяє користувачам зберігати версії файлів та проектів і працювати з ними навіть офлайн;

- «Perforce» - це комерційна централізована система керування версіями, яка широко використовується у великих компаніях для керування великими обсягами коду та ресурсів;

- «NAS» (Network Attached Storage) - це тип сховища даних, яке підключається до мережі і надає зберігання для різних типів файлів і даних.

Хоча NAS може бути доступним на локальній мережі, його можна розглядати як сховище "на мережі", оскільки воно може бути доступне для користувачів з різних пристроїв із підключенням до мережі, включаючи комп'ютери, планшети, смартфони та інші пристрої. Багато NAS пристроїв

підтримують протоколи, такі як NFS або SMB/CIFS, що дозволяють підключатися до них як до локального сховища, що знаходиться безпосередньо на вашому комп'ютері.

Отже, NAS можна розглядати як локальне сховище, якщо воно підключено безпосередньо до комп'ютера, або як мережеве сховище, якщо ми отримуємо доступ до нього через мережу.

1.1 Локальне сховище NAS

Мережеве сховище (NAS) забезпечує виділений файловий сервер для управління всіма типами файлів, що є незалежним накопичувачем, підключеним безпосередньо до мережі. Це дозволяє будь-якій кількості різноманітних клієнтів отримувати до нього доступ. Сучасні міні-комп'ютери використовують технологію "plug and play", що означає «ввімкни і грай». Це означає, що для створення повноцінного ПК потрібно лише підключити USB-порт до дисплею, і все працюватиме. Вони також миттєво підключаються до глобальної мережі та забезпечують доступ до веб-браузерів. На сьогоднішній день на ринку доступні пристрої для зберігання даних, які часто мають високі ціни та обмежені можливості оновлення. Ще одним аспектом є висока енергоспоживаність більшості таких пристроїв [1].

Запропонований підхід спрямований на впровадження економної системи NAS, яка є простою у використанні та налаштуванні, а також має додаткові функції безпеки та можливості веб-сервера. Це дозволяє економити електроенергію та забезпечує доступ до даних у мережі та поза нею. Сервер NAS (мережеве сховище) - це сервер для зберігання даних на комп'ютері, який забезпечує доступ до його даних групі клієнтів у мережі через апаратне і програмне забезпечення та конфігурацію.

Найбільш поширеними пристроями для віддаленого зберігання даних є

NAS або мережеві сховища. NAS - це пристрій, який виконує функцію мережевого сховища для користувачів мережі, які знаходяться у зоні доступу. Надмірність, швидкість і стійкість пристрою залежить від якості пристрою і класу середовища. Системи NAS зазвичай мають доступ до мережі IP. Є кілька понять, що стосуються запропонованої системи: сховище, підключене до мережі, елементи мережі для зберігання даних, веб-сервер.

Найбільш вражаючою функцією NAS є можливість централізованого збереження даних, навіть якщо використовуються різні операційні системи. Файлова система, яку використовує NAS, називається мережевою файловою системою (NFS). У NAS немає необхідності в пристроях зберігання, які фізично підключені до комп'ютера, тому вони можуть бути підключені безпосередньо до комп'ютера через стек протоколів TCP/IP, забезпечуючи кільком комп'ютерам доступ до одного простору зберігання в будь-який момент часу. NAS дозволяє обмін даними між різними платформами, сприяючи автоматизації та спрощенню управління даними.

Пристрої NAS мають різні варіанти створення сховища даних користувача, включаючи використання одного жорсткого диска, JBOD або RAID. Один з важливих критеріїв вибору NAS є його можливість забезпечувати збереження даних з використанням RAID масивів, але важливо правильно вибрати конфігурацію RAID для надійного захисту даних.

1.1.1 Технологія RAID

RAID (Redundant Array of Independent Disks) - це технологія, що дозволяє об'єднувати кілька фізичних дисків в єдиний логічний пристрій з метою підвищення надійності даних або підвищення продуктивності. Це досягається за допомогою різних методів організації даних між фізичними дисками [2].

Існує кілька рівнів RAID, кожен з яких має свої особливості та призначення.

RAID 0 (рис 1.1). Даний рівень розподіляє дані між двома або більше дисками для підвищення продуктивності читання та запису, але не надає

зайвого захисту даних. Якщо один з дисків відмовить, вся інформація на ньому втрачається.



Рисунок 1.1 – RAID 0-масив

RAID 1 (рис.1.2). Тут дані дублюються на двох або більше дисках, що забезпечує зайвість даних. Однак це менш ефективний спосіб використання простору диска, оскільки половина з нього використовується для збереження копій.



Рисунок 1.2 – RAID 1-масив

RAID 5 (рис.1.3). Цей рівень використовує розподіл попередньо розрахованих бітових паритетів для забезпечення захисту даних та підвищення продуктивності читання. Якщо один з дисків відмовить, дані можна відновити з інформації про паритет, що зберігається на інших дисках.



Рисунок 1.3 – RAID 5-масив

RAID 6 (рис.1.4). Подібно до RAID 5, але з двома бітами паритету, що дозволяє зберігати інформацію навіть при відмові двох дисків.



Рисунок 1.4 – RAID 6-масив

RAID 10 (або RAID 1+0), (рис.1.5). Це комбінація RAID 1 (дублювання) та RAID 0 (розподілення). Диски групуються в мінімальні пари, а дані розподіляються між ними, а потім дублюються на іншій парі. Цей рівень об'єднує переваги як захисту, так і продуктивності, але вимагає більше фізичних дисків.

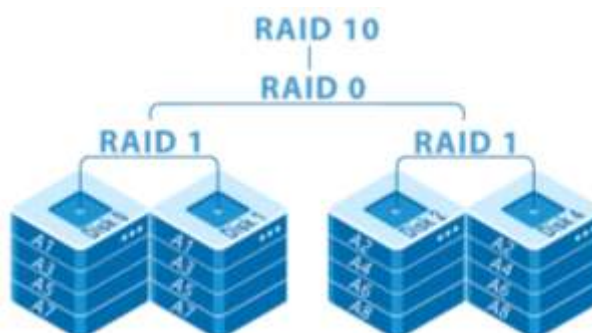


Рисунок 1.5 – Комбінований RAID 10-масив

Рівні RAID можуть бути реалізовані на рівні апаратного обладнання (за допомогою спеціальних RAID-контролерів) або на рівні програмного забезпечення (операційна система або спеціальне програмне забезпечення). Кожен з них має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного рівня RAID залежить від ваших потреб у продуктивності, надійності та доступності..

Для створення RAID-масиву необхідна материнська плата, яка підтримує технологію RAID, або апаратний контролер, а також щонайменше два жорсткі диски однакового типу з однаковими параметрами, які підключені до цієї материнської плати.

Для визначення найбільш відповідного типу RAID-масиву для вашої ситуації, слід розглянути наступні аспекти:

- вартість використовуваних дискових накопичувачів, що відповідає вашим фінансовим можливостям;
- рівень захисту та доступності даних, який вам потрібен, від низького до високого;
- потрібна продуктивність масиву, залежно від кількості користувачів та додатків, від низької до високої.

Програмний RAID - це дисковий масив, який формується в операційній системі. В цьому випадку організація RAID-масиву відбувається безпосередньо за допомогою процесора. Іншими словами, центральний процесор виступає контролером, використовуючи програмне забезпечення з можливістю чергування та дзеркального відображення даних, і відповідає за всі обчислення.

При використанні програмного RAID рекомендується обирати RAID 0, RAID 1, RAID 2, оскільки вони не надмірно навантажують процесор порівняно з іншими типами RAID. JBOD також є відмінним варіантом при використанні програмного RAID.

Якщо процесор має достатньо потужності, можна також використовувати RAID 5, а в деяких випадках і RAID 10.

Проте слід зауважити, що при використанні комбінованих типів RAID рекомендується використовувати апаратний контролер RAID, оскільки це допомагає зменшити навантаження на процесор та прискорює роботу системи.

Майже будь-яка операційна система може бути використана для збирання програмного RAID. Продуктивність програмного масиву залежить від типу RAID, потужності процесора та рівня навантаження, яке на нього падає.

Основною перевагою програмного реалізації є низька вартість. Однак недоліками є обмежена продуктивність та постійне додаткове навантаження на процесор. Тому програмна реалізація найбільш ефективна для роботи з масивами дисків, які не вимагають великих обчислень.

З цими особливостями на увазі, системи RAID з програмною реалізацією часто використовуються на серверах початкового рівня. Оскільки стандартні операційні системи надають підтримку кількох рівнів RAID (0, 1, 5 і т.д.), вартість програмних контролерів зазвичай майже нульова.

Апаратний RAID залишається перевагою для розміщення дисків на сервері, хоча це може бути не завжди безкоштовним рішенням. При значному навантаженні на систему дисків, яка потребує обробки великих обсягів даних, може бути необхідним використання окремого обладнання RAID-контролера. Цей контролер підключається до материнської плати через роз'єм PCI і самостійно керує масивом жорстких дисків, забезпечуючи швидкість та надійність даних через дзеркальне відображення. Апаратний RAID-контролер виконує обчислення без навантаження на основний процесор, оскільки має власний автономний процесор.

Апаратна архітектура RAID складніша і потребує спеціальних апаратних компонентів, таких як контролер масиву з власним калькулятором XOR, допоміжною пам'яттю і каналами SCSI або UDMA. Це дозволяє досягти значного збільшення продуктивності. Проте це може бути непомітно для систем початкового рівня, де різниця між апаратною та програмною архітектурами майже непомітна, але відчутна при високому навантаженні на підсистему введення-виводу.

Повністю автономні системи, які фактично є окремими комп'ютерами, використовуються для організації систем зберігання. Зазвичай зовнішній контролер розміщується в окремій стійці і може мати велику кількість каналів введення/виводу, що дозволяє підключати до системи кілька хост-комп'ютерів та організовувати кластерні системи. Головним недоліком таких систем є їхня висока вартість.

1.2 Одноплатні комп'ютери

Одноплатні комп'ютери (SBC) використовуються у різноманітних сферах, починаючи від простих обчислювальних завдань до розробки комплексних проектів, таких як метеостанції та медіа-центри [3]. Багато з цих пристроїв спрямовані на забезпечення можливостей розробки для різноманітної аудиторії, за допомогою зниження вартості та створення доступного набору ресурсів для початківців у сфері комп'ютерної науки та програмування. Деякі з одноплатних комп'ютерів підтримують навчальну програму Scratch, що є популярним у школах для вивчення Python. Raspberry Pi вважається одним із найуспішніших представників цього класу пристроїв.

Типово, одноплатні комп'ютери використовують систему на чіпі або SOC на базі дизайну ядра Arm. Вибір конкретного чіпа або ядра залежить від призначення пристрою. Наприклад, високопродуктивний пристрій може мати значну кількість ядер та високу тактову частоту, тоді як інший може акцентувати на енергоефективності та має потенційно нижчу тактову частоту для зменшення енергоспоживання. Очікуване використання пристрою зазвичай визначається його технічними характеристиками.

Продуктивність використання одноплатних комп'ютерів зазвичай залежить від декількох факторів, включаючи їх апаратне забезпечення, операційну систему, оптимізацію програмного забезпечення та завдання, які

вони виконують [4]. Одноплатні комп'ютери, такі як Raspberry Pi, BeagleBone або Arduino, можуть бути дуже корисними для різних завдань, включаючи використання в освіті, наукових дослідженнях, проектах зв'язку та багато іншого. Ось деякі ключові моменти, що варто враховувати:

- апаратне забезпечення - одноплатні комп'ютери мають обмежені ресурси, такі як потужність процесора, обсяг оперативної пам'яті, вбудована пам'ять і можливості розширення. Ці обмеження можуть обмежувати їхню продуктивність у порівнянні з більш потужними комп'ютерами.

- операційна система - вибір операційної системи може вплинути на продуктивність одноплатного комп'ютера. Наприклад, легковага операційна система Linux зазвичай працює краще на таких пристроях порівняно з важкими операційними системами, такими як Windows.

- оптимізація програмного забезпечення - передбачення програмного забезпечення для використання на одноплатних комп'ютерах може підвищити їхню продуктивність. Оптимізація коду, використання легковагих бібліотек і фреймворків, а також уникання великих і ресурсомістких програм можуть поліпшити продуктивність;

- завдання - одноплатні комп'ютери можуть виконувати багато різних завдань, вони можуть бути найбільш ефективними для використання в областях, де не вимагається велика обробка даних або обчислювальна потужність;

Загалом, одноплатні комп'ютери можуть бути дуже корисними для певних завдань, але їхню продуктивність слід розглядати з урахуванням їхніх обмежень та вимог конкретного застосування.

Існує ряд інших пристроїв, спрямованих на більш специфічні ринки або завдання з вищою продуктивністю. Для остаточного вибору одноплатного комп'ютера для вирішення поставленої задачі дипломного проєкту розглянемо декілька альтернатив.

1.2.1 Одноплатні комп'ютери Raspberry Pi.

Raspberry Pi, заснований на процесорі ARM, є компактним одноплатним

комп'ютером (див. рис.1.6). Початково використовувався у навчальних закладах для вивчення комп'ютерних наук [5], але на сьогоднішній день знайшов широке застосування в різних сферах. Завдяки чотирьом роз'ємам USB 2.0 можна підключати клавіатуру, мишу та зовнішні накопичувачі. За допомогою роз'єму HDMI Raspberry Pi з'єднується з монітором або телевізором, підтримуючи роздільну здатність FullHD 1920x1080 (1080p). Також в нього є аудіо-відео вихід 3.5 мм jack 4 pin, що дозволяє підключати його до старих телевізорів без HDMI входу.



Рисунок 1.6 – Платформа Raspberry Pi

Інтерфейс GPIO надає можливість підключати до Raspberry Pi різноманітні зовнішні пристрої. Операційна система Raspbian, заснована на ядрі Linux, дозволяє використовувати Raspberry Pi як звичайний персональний комп'ютер. Такий комп'ютер забезпечує всі необхідні функції, такі як робота з файлами, доступ до Інтернету та відтворення відео.

Raspberry Pi підтримує різноманітні операційні системи, включаючи відому ОС Android. Одним із застосувань Raspberry Pi є режим тонкого клієнта, який може бути підключений до персонального комп'ютера або сервера через локальну мережу за допомогою протоколу RDP.

1.2.2 Одноплатні комп'ютери Odroid

Odroid - це серія одноплатних комп'ютерів від південнокорейської

компанії Hardkernel Co, яка випустила декілька плат з моменту їхнього першого виходу на ринок у 2009 році [6] . Хоча в основному спрямовані на операційну систему Android, плати Odroid також підтримують деякі операційні системи на базі Linux, такі як Ubuntu. Проте, Odroid зазвичай зосереджуються на вищій якості функцій, таких як 1 Гб Ethernet, USB 3 та більше оперативної пам'яті, що часто відсутні у інших одноплатних комп'ютерах. Однак через свої високі характеристики та доставку з Кореї, пристрої Odroid можуть бути значно дорожчими порівняно з аналогічними одноплатними комп'ютерами (рис.1.7). Підтримка операційних систем для Odroid може бути проблемою, і пристрій може викликати проблеми при використанні.

Сучасні моделі обчислювальних пристроїв є потужнішими, мають більш енергоефективне обладнання та менший розмір порівняно з попередніми версіями. Для ресурсомістких застосунків тепер доступна 4 Гб оперативної пам'яті. Щодо операційних систем і програм з відкритим вихідним кодом, комп'ютер працює з різними версіями Linux, включаючи останню версію Ubuntu 16.04 та Android 4.4 KitKat, 5.0 Lollipop і 7.1 Nougat. Для забезпечення високої продуктивності розробники не заощадили на інтерфейсах eMMC 5.0, USB 3.0 і Gigabit Ethernet, які забезпечують максимальну швидкість обміну даними з зовнішнім світом.

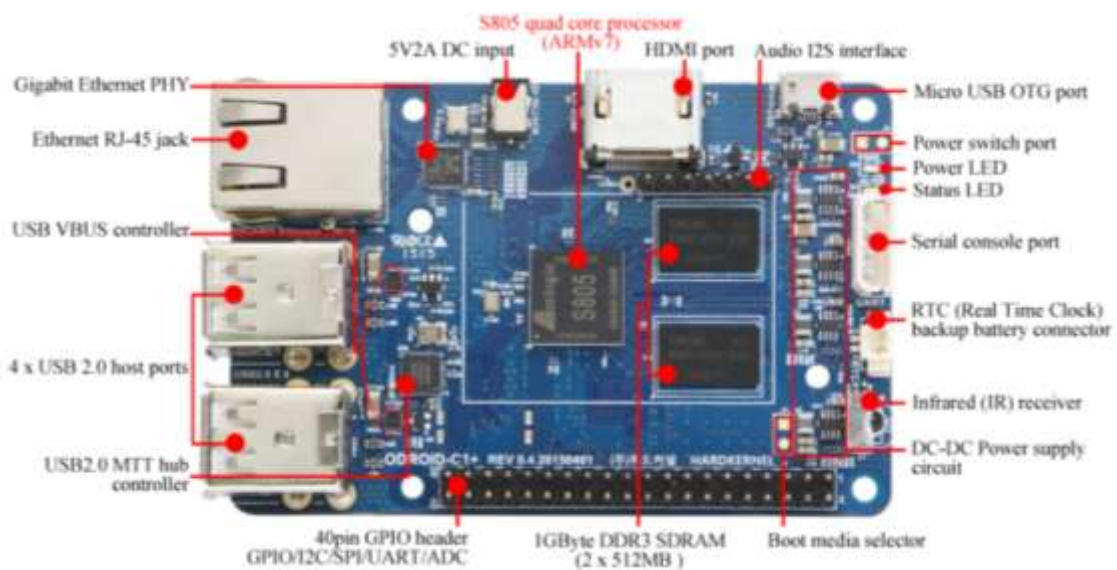


Рисунок 1.7 - Плата ODROID

Odroid, подібно багатьом іншим одноплатним комп'ютерам, може використовувати micro SD карту для завантаження, проте можна додати додаткову флеш-карту eMMC, яка надає більшу продуктивність читання та запису порівняно з micro SD картою класу UHS-1. Деякі пристрої з лінійки Odroid потребують також штекерний роз'єм з високою потужністю та блок живлення, який не входить до комплекту. Це збільшує вартість в порівнянні з одноплатними комп'ютерами, які не потребують окремого джерела живлення, адже вони можуть живитися від стандартного зарядного пристрою для телефону через роз'єм micro USB, який є широко поширеним та доступним.

1.2.3 Одноплатні комп'ютери Banana Pi

Banana Pi - це серія одноплатних комп'ютерів, розроблених китайською компанією SinoVoip. Вони мають схожу конструкцію з Raspberry Pi, але зазвичай мають більше характеристик і можливостей [7]. Деякі з них мають більше процесорної потужності, роз'ємів для підключення периферійних пристроїв, підтримку бездротового з'єднання Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet та інші особливості (рис.1.8).

Ці одноплатні комп'ютери зазвичай використовуються для різноманітних проектів DIY (зроби сам), включаючи робототехніку, медіацентри, сервери малого розміру, маршрутизатори та інші пристрої. Вони популярні серед розробників, гобістів та студентів через їх доступну ціну і можливості.



Рисунок 1.8 – Одноплатний комп'ютер Banana Pi M1

1.2.4 Одноплатні комп'ютери Beaglebone Black

BeagleBone Black - це одноплатний комп'ютер, який був розроблений компанією Texas Instruments як конкурент Raspberry Pi [8]. Онлайн спільнота BeagleBoard розробила цей пристрій з орієнтацією на забезпечення швидкої та простої розробки електроніки та вбудованих систем (рис1.9).

BeagleBone Black є популярним серед розробників вбудованих систем і електроніки, оскільки він має розширену функціональність та гнучкість в роботі з різноманітними пристроями і сенсорами.

Підтримується використання різних операційних систем, таких як Debian, Ubuntu, Android і інші. Також підтримується використання низки різних фреймворків та середовищ розробки.

BeagleBone Black часто використовується для розробки пристроїв Інтернету речей (IoT), робототехніки, медіацентрів, промислових автоматизованих систем та багатьох інших застосувань. Він приваблює розробників своєю потужністю та можливостями розширення, а також різноманітністю операційних систем, які підтримуються.



Рисунок 1. 9 - Одноплатний комп'ютер BeagleBone Black

1.2.5 Одноплатні комп'ютери Cubieboard2

Cubieboard - це одноплатний комп'ютер, який створений з метою надання потужних можливостей обчислення в компактному і доступному форм-факторі. Він широко використовується в проектах з вбудованими

системами, розробці прототипів, медіацентрах та інших сценаріях, де потрібні невеликі розміри та низька вартість.

В якості процесора зазвичай використовується ARM, такий як AllWinner чи Rockchip, з достатньою продуктивністю для багатьох завдань. Для зберігання операційної системи та даних передбачені різні варіанти по об'єму оперативної пам'яті (RAM) та флеш-пам'яті.

Включає в себе різноманітні порти, такі як USB, HDMI, Ethernet, а також GPIO (загального призначення вводу/виводу), що дозволяє підключати різні пристрої та розширювати функціональність. Для розширення можливостей часто використовуються роз'єми для підключення різноманітних модулів, таких як камери, Wi-Fi-модулі, модулі пам'яті тощо

Підтримується різноманітні операційні системи, такі як Android, Linux, а також спеціалізовані дистрибутиви для вбудованих систем.

Cubieboard характеризується ефективним в різних умовах, включаючи використання в мобільних та портативних пристроях.

Ці характеристики роблять Cubieboard популярним вибором для проектів з вбудованими системами, експериментів у сфері IoT (інтернету речей), навчання програмуванню та багатьох інших застосувань, де потрібен потужний, проте компактний комп'ютер. (рис.1.10).

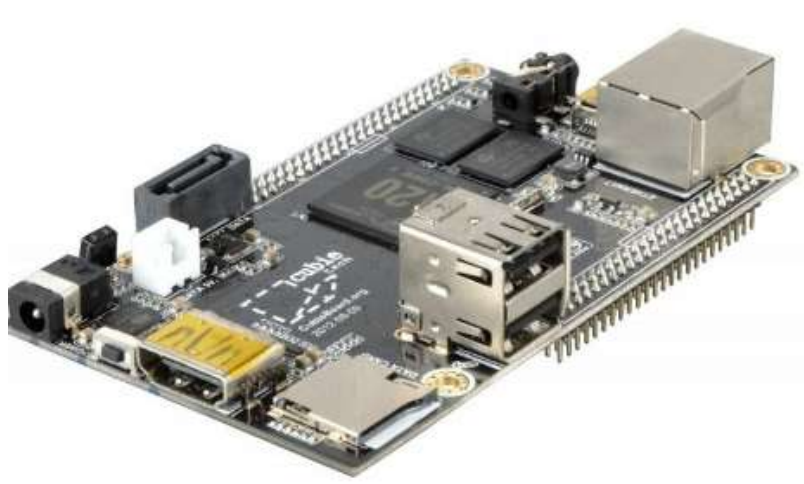


Рисунок 1.10 - Одноплатний комп'ютер Cubieboard2

1.2.6 Одноплатні комп'ютери Radxa Rock

Radxa Rock - це одноплатний комп'ютер, який був розроблений китайською компанією Radxa (рис.1.11).



Рисунок 1.11 - Одноплатний комп'ютер Radxa Rock

Radxa Rock був популярним серед ентузіастів електроніки і розробників, які використовували його для різних проектів, таких як медіацентри, сервери, пристрої IoT та багато іншого[10]. Його потужний процесор і розширені можливості роблять його привабливим вибором для багатьох задач.

Для визначення, який SBC слід доцільно використовувати в даній розробці, шляхом методу порівняльного аналізу, було зроблено порівняння шести різних одноплатних комп'ютерів, а саме:

У таблиці 1.1 наведено технічні характеристики вищенаведених одноплатних комп'ютерів.

Таблиця 1.1 - Перелік одноплатних комп'ютерів та їх характеристика

Raspberry Pi 4 Модель B	Banana pi	ODROID C4	Radxa Rock Lite	Cubie-board2	BeagleBone Black
- Процесор: ARM Cortex з різними конфігурація ми ядер і тактовими частотами.	- Процесор: Realtek RTD1395 A20 (Cortex- 53), 4 ядра, 1,5 ГГц;	- Процесор: Amlogic S905X3 (Cortex-A55), 4 ядра, 2 ГГц,	- Процесор: Rockchip RK3188 (ARM Cortex-A9), 4 ядра, до 1.6 ГГц	-Процесор: Allwinner A20 (ARM Cortex-A7), 2 ядра, 1 ГГц	- Процесор: AM335x ARM (Cortex- A8), 1 ГГц;
- Оперативна пам'ять: від 1 ГБ до 8 ГБ	-Оперативна пам'ять: 2 ГБ DDR4	- Оперативна пам'ять: 4 ГБ DDR4	-Оперативна пам'ять: 2 ГБ DDR3	-Оперативна пам'ять: 1 ГБ DDR3	-Оперативна пам'ять: 512 МБ DR3L
-Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті:: microSD;
- Порти: HDMI, Ethernet, 2xUSB (або більше)	- Порти: HDMI, Gigabit Ethernet, 2xUSB 2.0,	- Порти: HDMI, Gigabit Ethernet, 4x USB 3.0	Порти; HDMI, Ethernet, 2x USB	Порти; HDMI Ethernet 2x USB	- Порти: HDMI, Ethernet. 2x USB
- Роз'єми: GPIO	- Роз'єми: GPIO, CSI, DSI, UART, I2C, SPI	- Роз'єм: GPIO, IR, HBR	Роз'єм: GPIO, UART, SPI, I2C	Роз'єм: DC, GPIO, UART, SPI, I2C	- Роз'єми: UART, SPI, I2C, CAN, GPIO
- ОС: Raspbian, Ubuntu, Windows 10	- ОС: Android, Debian, Linux	- ОС: Android, Linux	- ОС: Android, Debian, Ubuntu+ін.	- ОС Android, Debian, Ubuntu+ ін.	- ОС: Linux, Android, FreeRTOS
Особливості: Wi-Fi, Bluetooth	Особливості Wi-Fi, Bluetooth	Особливості: Wi-Fi 5, Bluetooth			
- Розміри: 85 x 56мм	- Розміри: 92 x 60 мм	- Розміри: 85 x 56 мм	- Розміри: 80 x 80 мм.	- Розміри: 100 x 60 мм.	- Розміри: 86 x 53 мм
1838 грн.	1401 грн.	3382 грн.	2150 грн.	1918 грн.	2894 грн.

Для вибору правильного одноплатного комп'ютера для створення локального сервера рекомендується перевірити різні SBC від різних виробників. При цьому слід враховувати кілька важливих факторів, таких як обчислювальна потужність, обсяг та швидкість пам'яті, а також швидкість передачі даних. Також слід врахувати нагрівання плати, що може впливати на витрати на експлуатацію та потребу у системах охолодження. Розмір також важливий, особливо при будівництві системи з великою кількістю компонентів. Важливо також переконатися, що обрані платформи підтримують стандартні

дистрибутиви Linux, що значно полегшує їх використання. Не останнім чинником є вартість пристроїв, оскільки економічність є однією з головних переваг проекту.

Використавши метод порівняльного аналізу для оцінки обчислювальної потужності і порівняння шести SBC, щоб дізнатися, який з них буде найкращим вибором при розгортанні локального сервера.

В результаті проведеного порівняльного аналізу за основними характеристиками було обрано одноплатний комп'ютер на платформі Raspberry Pi.

1.3 Висновки

У розділі було розглянуто поняття та призначення локальних сховищ даних, зокрема мережесхвищ (NAS), їхні переваги та можливості. Описано технологію RAID, її різні рівні та особливості реалізації у вигляді апаратного або програмного рішення.

Розглянуто одноплатні комп'ютери (SBC) як потенційні платформи для створення економічного локального сервера даних. Проаналізовано різні моделі одноплатних комп'ютерів від провідних виробників, таких як Raspberry Pi, Odroid, Banana Pi, BeagleBone, Cubieboard та Radxa. Порівняно їхні технічні характеристики, переваги та недоліки.

На основі проведеного порівняльного аналізу ключових параметрів (процесор, оперативна пам'ять, типи підключень, підтримувані операційні системи тощо) був обраний одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 моделі В як найбільш оптимальна платформа для розробки економічної системи локального сховища даних. Завдяки своїй доступній ціні, достатній обчислювальній потужності, гнучкості у використанні та підтримці різноманітного програмного забезпечення, Raspberry Pi створює сприятливі умови для реалізації поставленої

задачі.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОДНОПЛАТНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

2.1 Raspberry Pi

Для дипломного проекту буде використано одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 Model B. Він має інтегрований порт Ethernet, який забезпечує легкий доступ до будь-якої мережі та практично не потребує налаштування. Налаштування бездротового Інтернету на Raspberry Pi також просте: все, що потрібно, це придбати адаптер USB WiFi і встановити відповідний драйвер. Після цього операційну систему можна використовувати для підключення до веб-серверів, обробки HTML або просто написання чогось в Інтернеті.

Raspberry Pi має репутацію недорогого, функціонального та надійного програмного забезпечення з відкритим кодом, яке підтримується спільнотою. Вони широко використовуються в освіті та навчанні, будучи найпопулярнішим комп'ютером, крім ПК і Mac. Вбудований процесор ARM має кілька ядер і може працювати з 32- або 64-розрядними операційними системами, більшість з яких засновані на Linux. Він підтримує багато доступних програм, включаючи засоби розробки для різних мов. Конструкція Raspberry Pi забезпечує простий доступ до основного обладнання. Блок-схема на рис. 2.1 показує компонування плати Raspberry Pi 4 Model B.

Raspberry Pi має вбудований порт Ethernet, який забезпечує легкий доступ до будь-якої мережі та практично не вимагає налаштування. Налаштувати бездротовий Інтернет на Raspberry Pi також нескладно: просто придбайте USB-адаптер Wi-Fi і встановіть відповідний драйвер. Після цього операційну систему можна використовувати для підключення до веб-серверів, обробки HTML або просто написання чогось в Інтернеті [11].

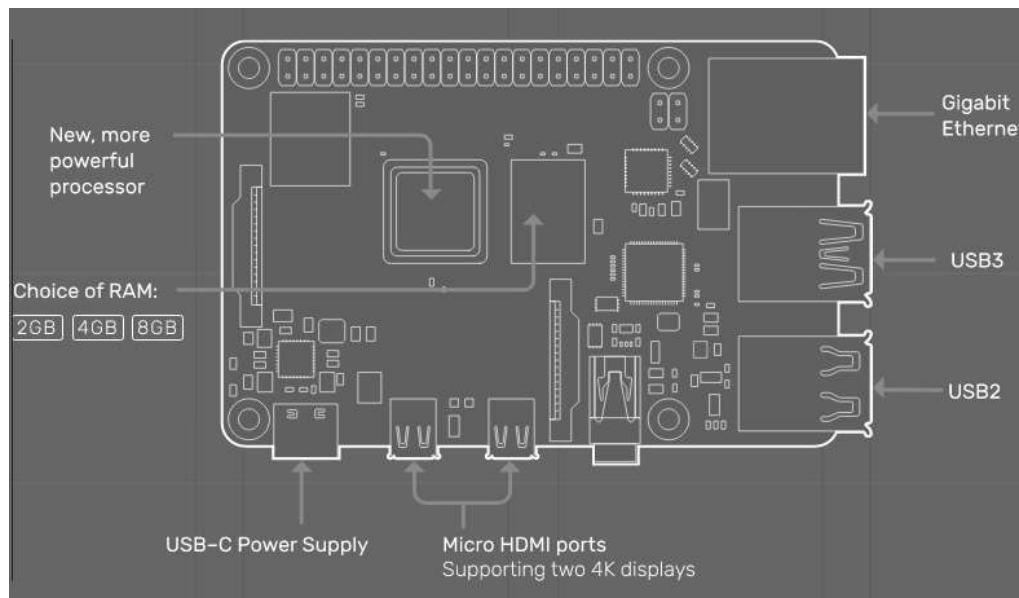


Рисунок 2.1 - Блок-схема Raspberry Pi 4 Model B

Відомі функції включають кілька вбудованих процесорів, RAM, ROM, пристрій для читання карт micro-SD, графіку, аудіо, Ethernet, WiFi і Bluetooth, які реалізуються шляхом підключення через наступні інтерфейси:

- mini-UART (універсальний асинхронний приймач/передавач);
- SPI (послідовні периферійні інтерфейси);
- інтерфейс GPIO (введення/виведення загального призначення);
- контролер DMA (прямий доступ до пам'яті);
- EMMC (вбудований мультимедійний контролер);
- BSC (послідовний контролер Broadcom);
- вбудовані таймери;
- зовнішні з'єднання переривань.

Топологія мережі використовує концепцію клієнт-серверної мережі.
(рис. 2.2).

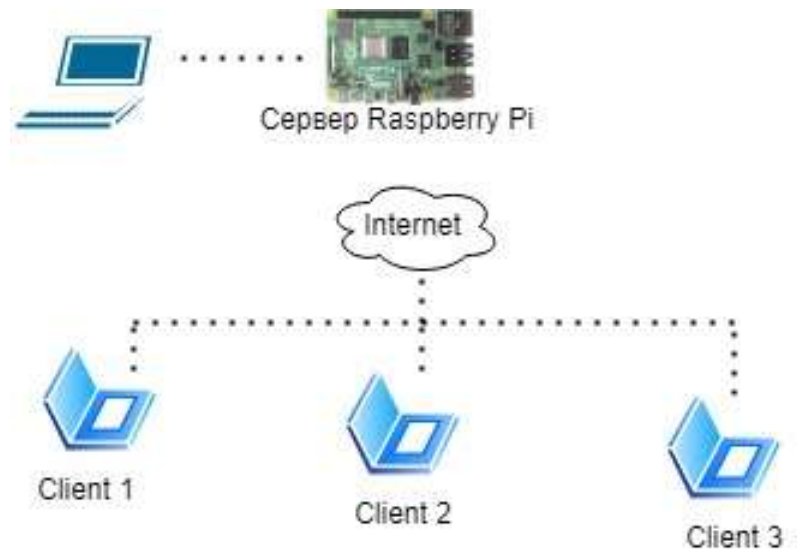


Рисунок 2.2 - Топологія мережі

Для налаштування сервера NAS ноутбук використовується у якості адміністратора мережі, який з'єднаний через пульт Raspberry Pi. Клієнти отримують доступ до сервера NAS через бездротову точку доступу Wi-Fi.

Хоча більшість одноплатних комп'ютерів не мають роз'ємів, оскільки вони самодостатні, існують також такі, які мають гнізда, що дозволяють підключати до них інші пристрої.

Існують різні типи роз'ємів та протоколів, таких як PCI, PCI Express або ISA, які використовуються для розширення таких систем. Слотові одноплатні комп'ютери дають доступ до всіх GPIO та периферійних пристроїв системи на чипі або вбудованого процесора. Крім того, існують пристрої, які мають роз'єми або інтерфейси SODIMM, що дозволяють розробникам створювати спеціалізовані плати, призначені для конкретних застосувань або кінцевих продуктів. При використанні відкритої системної шини процесора не має обмежень на пропускну здатність даних, що забезпечує швидке спілкування.

Raspberry Pi відноситься до категорії комп'ютерів з роз'ємами (рис.2.3). Він включає в себе вбудовані інтерфейси, такі як Ethernet і VGA, а також інтерфейс ISA через крайові роз'єми для використання з периферійними платами для розширення вводу-виводу, аналого-цифрового перетворення та іншого. Іншим прикладом є обчислювальний модуль Raspberry Pi, який не має

жодних вбудованих інтерфейсів і має роз'єми SODIMM для підключення до необхідної плати або плати-носія. Це дає користувачу можливість використовувати всі переваги SOC BCM2837, що використовується в модулі; всі GPIO SOC доступні. Розширюючі шини відкривають системні шини для зовнішніх пристроїв з повною можливістю читання та запису, що робить обчислювальну систему модульною.

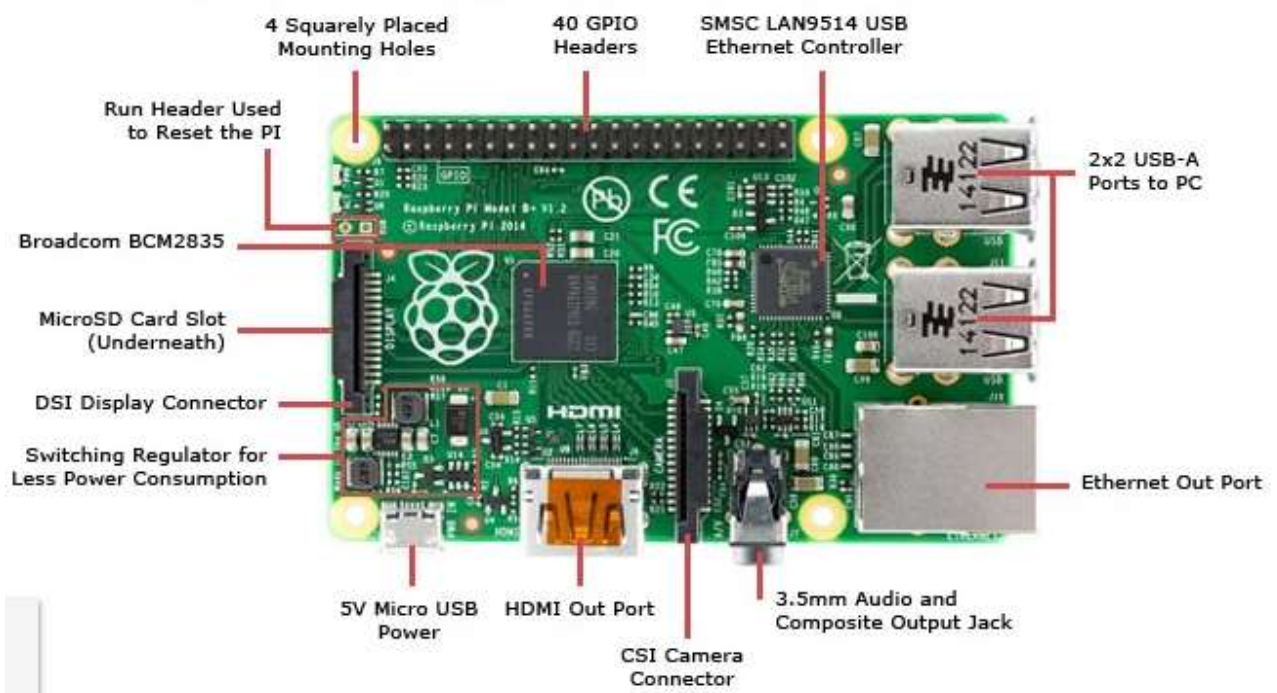


Рисунок 2.3 - Плата Raspberry Pi 4 з переліком периферійних виходів

В таблиці 2.1 наведено технічні характеристики елементів та особливості, які входять до структури Raspberry Pi.

GPIO (General Purpose Input/Output) на Raspberry Pi (рис.2.4) представляє собою контакти, які використовуються для підключення зовнішніх пристроїв вводу-виводу до плати Raspberry Pi. Наприклад [12], модель B має 40-контактний роз'єм GPIO, з яких 26 контактів призначені для використання як GPIO. Ці контакти можуть бути налаштовані програмним забезпеченням згідно потреб користувача. Контакт 5V надає 5 вольт з порту USB Type-C, а контакт 3V забезпечує стабільне живлення 3,3V для зовнішніх компонентів. Заземлення зазвичай позначається як GND. Вивід GPIO, встановлений як вхід, дозволяє

Raspberry Pi отримувати сигнал від зовнішніх пристроїв, приєднаних до цього контакту. Напруга вхідного сигналу від 1,8 V до 3,3 V сприймається Raspberry Pi як HIGH, а нижча за 1,8 V як LOW. PWM означає широтно-імпульсну модуляцію, що дозволяє аналоговому значенню бути модульованим цифровим сигналом.

Таблиця 2.1 - Перелік елементів Raspberry Pi 4 Model B

Технічні характеристики та особливості	
Центральний процесор (CPU):	4 ядра Cortex-A72 (ARMv8) 64-біт з тактовою частотою 1,5 ГГц
Чип:	Broadcom BCM271
Відеопроесор (GPU)	VideoCore VI з підтримкою OpenGL ES 3.x і H.265 (4Kp60 декодування, 1080p60 кодування)
Пам'ять (RAM)	2, 4 або 8 ГБ LPDDR4-3200 SDRAM (варіанти пам'яті залежать від моделі).
GPIO порти	40 pin
LAN порт	Доступний
Мережа	Gigabit Ethernet (10/100/1000 Мбіт/с)
Підтримка бездротових мереж	802.11ac Wi-Fi та Bluetooth 5.0
Підтримка зовнішньої пам'яті	microSD
Джерело живлення	мікро-USB або USB-C адаптера з напругою 5 В та струмом не менше 3 А
Роз'єми розширення	- 2x порти HDMI 2.0 (до 4Kp60); - 1x Gigabit Ethernet порт; - 1x порт 3.5 мм для аудіо/відео; - 1x microSD слот для карти пам'яті; - 1x порт CSI (Camera Serial Interface) для камери; - 1x порт DSI (Display Serial Interface) для дисплея.
USB порт	- 2x порти USB 3.0; - 2x порти USB 2.0.
Камера	CSI-2
Дисплей	DSI
Робоча температура	0 – 50 degree

Програмне забезпечення дозволяє генерувати ШІМ на всіх виводах. Апаратна підтримка ШІМ доступна лише на контактах GPIO12, GPIO13, GPIO18 і GPIO19. Крім того, плата підтримує послідовні протоколи зв'язку, такі як SPI, I2C і UART.

SPI (Serial Peripheral Interface) — це тип протоколу послідовного зв'язку. Він використовується на Raspberry Pi для швидкого обміну даними між одним або декількома периферійними пристроями. Дані синхронізуються годинником (SCLK на GPIO11) від головного (RPi). Pi надсилає ці дані на пристрій SPI через контакт MOSI (Master Out Slave In). І коли SPI-пристрою потрібно зв'язатися з Raspberry Pi, він надсилає дані назад через PIN-код MISO (Master In Slave Out).

Для зв'язку SPI потрібні п'ять контактів:

- GND для з'єднання контактів GND від усіх ведених і головних компонентів;
- SCLK - годинник для зв'язку SPI;
- MOSI - Master Out Slave In, цей контакт використовується для надсилання даних від головного до підлеглого;
- MISO - Master In Slave Out, цей контакт використовується для отримання даних від slave до master;
- CE - Chip Enable, за замовчуванням ми маємо два контакти CE, але ми можемо налаштувати більше контактів CE з інших доступних контактів GPIO. Нам потрібно підключити один контакт CE до веденого або периферійного пристрою.

Виводи I2C на платі Raspberry Pi використовуються для зв'язку з периферійними пристроями, сумісними з міжінтегральною схемою (низькошвидкісний протокол двопровідного послідовного зв'язку). Цей послідовний протокол зв'язку вимагає ролі головного-підлеглого між платою та периферійними пристроями. Для протоколу I2C потрібні два підключення: SDA (Serial Data) і SCL (Serial Clock). Вони працюють шляхом передачі даних через з'єднання SDA, тоді як швидкість передачі даних контролюється за допомогою

виводу SCLK.

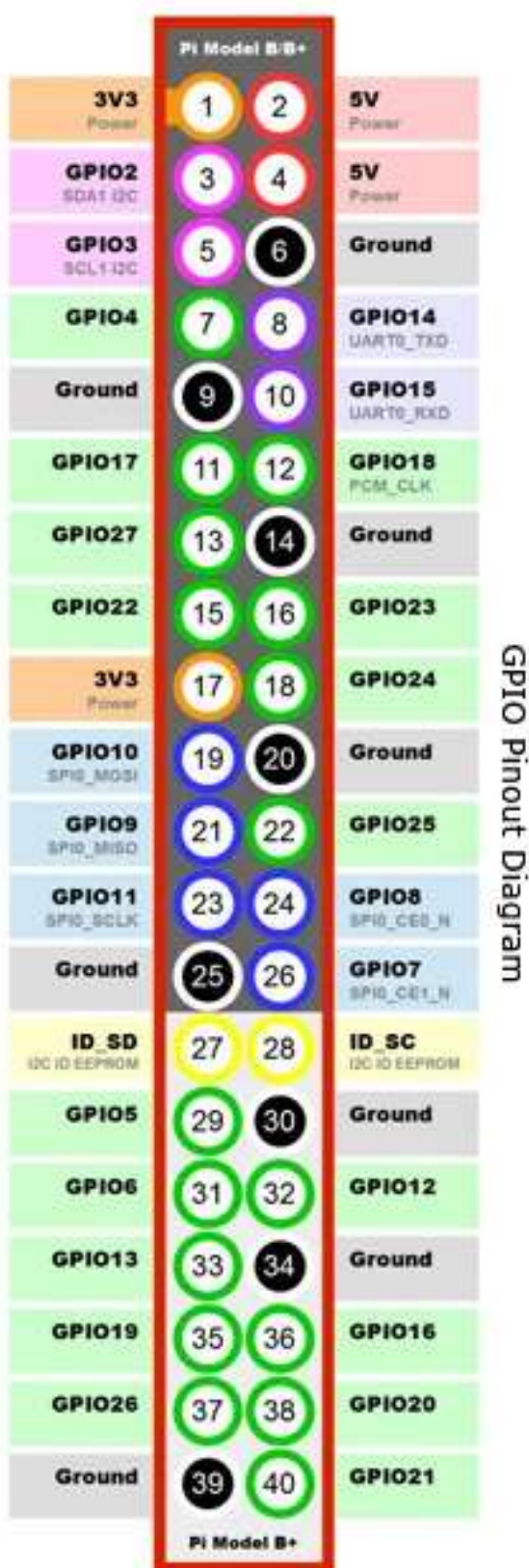


Рисунок 2.4 - Перелік виводів GPIO

UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter) — це асинхронний протокол, який забезпечує зв'язок між двома мікроконтролерами або пристроями. Вивод TX передає послідовні дані на контакт RX іншого пристрою, а контакт RX отримує послідовні дані, що надходять від контакту TX іншого пристрою.

Для збереження Raspberry Pi 4 у хорошому стані та захистити його від різних видів пошкоджень існує декілька корисних елементів:

- корпус - допоможе захистити його від ударів, пилу та випадкового пошкодження. (рис.2.5);



Рисунок 2.5 – Алюмінієвий корпус для Raspberry Pi 4 з активним охолодженням

Існують різноманітні корпуси з різних матеріалів, таких як пластик, алюміній або навіть метал. Корпус складається з двох алюмінієвих радіаторів, які майже повністю закривають плату мікрокомп'ютера, захищаючи її, але не екрануючи wi-fi та bluetooth модуль.

У верхній частині корпусу зроблені отвори для інтерфейсів камери та дисплея, а за охолодження відповідає подвійний кулер, який бере живлення з роз'єму Raspberry PI 40pin та працює досить тихо: рівень вихідного шуму дорівнює 18dB. Усі деталі проходять жорсткий вихідний контроль якості.

- пилозахисні ковпачки для портів - попереджають потрапляння пилу, бруду або вологи в порти Raspberry Pi 4, що може спричинити коротке замикання або інші проблеми;

- охолодження - при інтенсивних обчислювальних задачах, може бути корисним встановлення радіаторів або вентиляторів для зменшення температури пристрою і запобігання перегріву (рис.2.6).

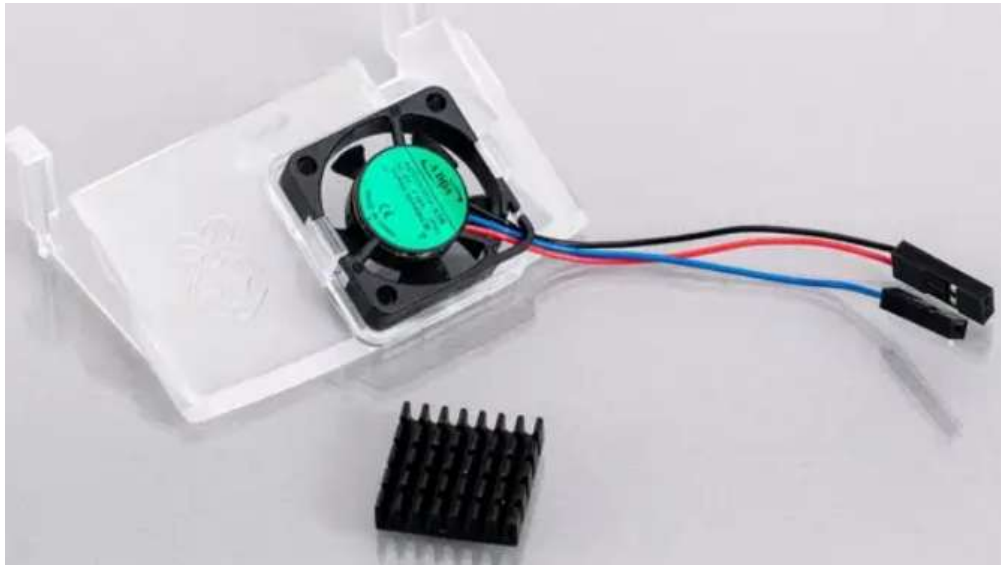


Рисунок 2.6 – Система охолодження для Raspberry Pi

Активна система охолодження розроблена спеціально для встановлення у фірмовий корпус для Raspberry Pi 4 і дозволяє витримувати оптимальний температурний режим мікрокомп'ютера в умовах роботи при великому навантаженні та режимах «розгону». Корпус цієї системи охолодження, виготовлений з прозорого пластику, ідеально вписується в конфігурацію корпусу мікрокомп'ютера. - захисне скло для екрану – при використанні дисплея з Raspberry Pi 3, можна встановити захисне скло, щоб запобігти подряпинам та пошкодженням екрану.

- ізоляція від ESD - використання антистатичних килимків, рукавичок та інших засобів допоможе уникнути пошкодження пристрою від статичного електрику;

- захисні пристрої для входів/виходів - для захисту від перенапруги або

коротких замикань можна використовувати захисні пристрої, такі як діоди або предохранні резистори.

2.2 Передача даних

Для передачі файлів буде використано протокол SMB.

Протокол SMB (Server Message Block) - це мережевий протокол, який використовується для спільного доступу до файлів, принтерів, портів COM та інших ресурсів на мережі між комп'ютерами [13].. Оригінально розроблений компанією Microsoft, протокол SMB став стандартом для роботи з файловими системами в середовищах Windows.

Основні характеристики протоколу SMB:

- спільний доступ до файлів - за допомогою SMB, комп'ютери можуть обмінюватися файлами та робити з ними різні операції, такі як копіювання, переміщення, створення та видалення.
- друк - протокол SMB дозволяє спільно використовувати локальні принтери через мережу;
- аутентифікація та авторизація - SMB надає можливість аутентифікації користувачів і визначення їхніх прав доступу до ресурсів.
- шифрування трафіку - підтримується шифрування трафіку, що забезпечує безпеку даних під час їх передачі по мережі;
- підтримка мережевих пристроїв - протокол SMB може бути використаний для доступу до різних мережевих пристроїв, таких як мультимедійні пристрої, смартфони, маршрутизатори і т.і.
- інтеграція з різними операційними системами – окрім операційної системи Windows, протокол також підтримується різними Unix-подібними системами (наприклад, Linux, macOS).

Загалом, SMB є ключовим протоколом для спільного використання

ресурсів у мережевих середовищах, зокрема в тих, де присутні комп'ютери з операційною системою Windows. Щоб отримати доступ до спільного ресурсу SMB та відкрити файл, необхідно виконати наступні кроки: (рис.2.7):

- перший крок передбачає встановлення з'єднання між клієнтом і сервером за допомогою TCP-з'єднання після чого клієнт надсилає запит сеансу NETBIOS на сервер через посилення TCP;
- після підключення клієнт починає обговорення версії протоколу з сервером, надсилаючи переговорний пакет, сервер відповідає власним пакетом узгодження, визначаючи версію протоколу і включаючи 8-байтову аутентифікацію;
- далі клієнт і сервер розпочинають налаштування сеансу SMB. Клієнт надсилає пакет із детальним описом своїх можливостей, якщо сервер приймає пакет, він надсилає клієнту UID, в разі відхилення пакету, сервер надсилає пакет з кодом помилки;



Рисунок 2.7 - Передача потоків даних в системі

- після цього клієнт запитує доступ до спільного ресурсу, надсилаючи повний шлях запитуваного ресурсу, якщо клієнт має доступ, сервер повертає інформацію про ресурс, якщо доступ відсутній або ресурс не знайдено, сервер повертає код помилки.
- потім клієнт може запитати доступ до файлів сервера в спільній папці від свого імені, надсилаючи пакет із ім'ям файлу.
- коли сервер отримує запит, якщо доступ дозволено, він повертає ідентифікатор файлу, при сповіщенні що файл не знайдено або доступ заборонено, сервер повертає помилку.
- після того, як клієнт отримав пакет із ідентифікатором файлу, він може запросити від сервера читання даних файлу та отримати його, ідентифікатор файлу включається в цьому пакеті для того, щоб сервер міг ідентифікувати

файл для читання, після того, як сервер отримав пакет з ідентифікатором файлу, він надсилає запитаний файл клієнту.

2.3 Протокол Samba

Пакет Samba - це набір програм для Unix систем. Samba може функціонувати як контролер домену, так і як звичайний член домену [14]. Цей пакет дає гнучкість і свободу адміністратору мережі при виборі умов налаштування, конфігурації та вибору системи і обладнання. Це дозволяє обмінюватися файлами між машинами під керуванням Windows і UNIX ОС, що надає широкий спектр послуг і протоколів. Samba налаштовує спільні мережі для вибраного UNIX каталогу або NAS до таких вибраних каталогів можна легко отримати доступ через клієнтську машину.

Протокол був розроблений Баррі Фейгенбаумом в IBM у 1980-х роках. Microsoft включила модифіковану версію SMB у Windows 95. Протокол Microsoft SMB також підтримується в інших ОС за допомогою використання програми сторонніх розробників, прикладом цього є системи Samba або Linux.

2.4 Протокол NFS

NFS (Network File System) - це протокол для мережевої файлової системи, який дозволяє комп'ютерам спільно використовувати файли через мережу так, ніби вони знаходяться на локальному пристрої [15]. NFS розроблений для Unix-подібних систем, але підтримується і використовується на різних платформах, включаючи Linux, macOS і деякі версії Windows.

Основні характеристики NFS:

- спільний доступ до файлів - NFS дозволяє комп'ютерам звертатися до файлів, які знаходяться на віддалених серверах, через мережу, якщо ці файли були змонтовані як частина файлової системи;

- прозорий доступ - користувачі можуть працювати з файлами, як із локальними, не звертаючи уваги на те, де саме файли фізично зберігаються.

- можливості аутентифікації і авторизації - NFS має можливості для налаштування аутентифікації та авторизації, щоб контролювати доступ до файлів та ресурсів.

- швидкість і ефективність - NFS розроблений з урахуванням швидкодії та ефективності, що робить його відмінним вибором для великих об'ємів даних і інтенсивних завдань введення/виведення.

- шифрування трафіку - може бути підтримане шифрування трафіку для забезпечення безпеки під час передачі даних по мережі.

- інтеграція з різними операційними системами - розроблений для Unix-подібних систем, він підтримується і може бути використаний на різних операційних системах.

У загальному, NFS - це потужний і розширюваний протокол, який дозволяє ефективно спільно використовувати файли через мережу в різних середовищах.

2.5 IEEE стандарт

Бездротовий зв'язок став необхідною складовою сучасних технологій, і велика кількість людей по всьому світу користується різноманітними бездротовими технологіями щодня.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) - це професійна асоціація, яка розробляє стандарти для різних галузей інженерії та технологій. Одним з найвідоміших проектів IEEE є стандарти для бездротових мереж

(наприклад, Wi-Fi), електричних та електронних пристроїв, мережевих протоколів і багато іншого [16].

Стандарт IEEE 802.11 (Wi-Fi) зазвичай використовують для бездротових мереж локального зв'язку (WLAN), IEEE 802.3 (Ethernet) – для провідних мереж локального зв'язку (LAN).

Однією з найпопулярніших бездротових технологій є Wi-Fi, яка дозволяє забезпечити бездротове з'єднання з маршрутизатором, що керує трафіком в мережі та до Інтернету, якщо таке налаштовано. Пристрої, які забезпечують бездротовий доступ, відомі як точки доступу. У корпоративному середовищі потрібно бездротове покриття на великій площі або підтримка для великої кількості пристроїв одночасно. За допомогою кількох точок доступу можна створити мережу Mesh для кращого покриття або більш плавного переходу між ними при переміщенні в межах зони покриття. У різних версіях стандартів Wi-Fi використовувалися різні частоти, такі як 2,4 ГГц, 5 ГГц, а деякі з останніх версій використовували частоту 60 ГГц. Багато перешкод на діапазоні 2,4 ГГц, що використовувався в ранніх Wi-Fi стандартах, призводять до проблем. Щоб уникнути цих проблем, новіші стандарти використовують інші частоти. Наприклад, стандарт 802.11n, який широко використовується в більшості домашніх мереж та від постачальників послуг Інтернету з Wi-Fi, використовує відмінні від 2,4 ГГц частоти. Альянс Wi-Fi вводить нову систему позначень стандартів Wi-Fi для спрощення їх розрізнення. Wi-Fi Direct, або Wi-Fi P2P, є стандартом, який дозволяє безпосереднє підключення пристроїв без точки доступу, що робить його зручним для сполучення різних пристроїв.

2.6 Bluetooth

Стандарт бездротового зв'язку, який використовується для обміну даними між пристроями на невеликій відстані, зазвичай до 10 метрів. Він був

розроблений з метою створення простого та надійного способу підключення різних пристроїв, таких як смартфони, навушники, колонки, комп'ютери, клавіатури та миші, без потреби в кабелях [17].

Bluetooth здатний передавати дані у реальному часі і підтримує широкий спектр застосувань, від передачі аудіо та відео до синхронізації даних між різними пристроями.

Мережі, що створює Bluetooth, відомі як Wireless Personal Area Network або WPAN є бездротовою мережею, зосередженою на одному користувачеві, яка призначена для особистого використання.

2.7 Висновки

У цьому розділі було детально розглянуто вибір одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4 Model B для реалізації дипломного проекту. Обґрунтовано переваги використання цього пристрою, такі як низька вартість, функціональність, підтримка відкритого програмного забезпечення та спільноти. Наведено технічні характеристики Raspberry Pi 4, включаючи процесор, оперативну пам'ять, інтерфейси та можливості розширення. Описано призначення та функціонування портів GPIO, що дозволяють підключати зовнішні пристрої та датчики.

Розглянуто топологію мережі та способи передачі даних, зокрема протоколи SMB та NFS. Детально пояснено принципи роботи протоколу SMB для спільного доступу до файлів та ресурсів у мережі. Наведено опис програмного забезпечення Samba, яке дозволяє реалізувати SMB на Unix-подібних системах.

Описано протокол NFS, який забезпечує спільний доступ до файлів через мережу, з акцентом на його характеристики, такі як швидкість, ефективність та підтримка різних операційних систем.

У розділі висвітлено стандарти IEEE для бездротових мереж, зокрема IEEE 802.11 (Wi-Fi) та IEEE 802.3 (Ethernet). Пояснено принципи роботи Wi-Fi, використання різних частотних діапазонів та можливості створення mesh-мереж для покращення покриття.

Розглянуто стандарт Bluetooth для бездротового зв'язку на невеликих відстанях, його застосування для обміну даними між різними пристроями та створення персональних бездротових мереж (WPAN).

Загалом, цей розділ забезпечує необхідне підґрунтя для реалізації проекту, включаючи вибір обладнання, топологію мережі, протоколи передачі даних та стандарти бездротового зв'язку.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОГО СЕРВЕРА НА RASPBERRY PI

3.1 Налаштування Raspberry Pi

Перший етап цього проекту передбачав підготовку пристрою до використання, що означало встановлення операційної системи на карту Micro SD. Для цього картку, призначену для проекту, підключили до комп'ютера за допомогою адаптера USB – Micro SD. Остання версія операційної системи Raspbian була завантажена з офіційного сайту у вигляді zip-файлу, що містить ISO-образ операційної системи. Після вилучення ISO-образу програма записала його на картку Micro SD, готуючи до використання. Для цього була використана програма Rufus, яка створює завантажувальні диски шляхом запису образів дисків, таких як файли ISO або DD, на флеш-накопичувач, як SD-карту або USB-накопичувач. Пристрій для запису вибирається зі спадного меню з позначкою «Пристрій», де відображається ім'я пристрою та призначена буква диска. Після вибору пристрою образ для запису вибирається зі спадного меню з позначкою «Вибір завантаження», а пристрою також можна дати нове ім'я в полі «Мітка тому». Зробивши вибір, користувач може натиснути «Пуск»,

щоб почати запис зображення на пристрій. З'явиться попередження, яке інформує користувача про те, що всі дані на вибраному диску буде втрачено. Якщо він бажає продовжити, він може натиснути, щоб продовжити, і пристрій буде відформатовано, а на нього буде записано зображення. Тепер зображення, записане на картку Micro SD, слід вставити в Raspberry Pi. Картка вставляється в Pi для початкового завантаження пристрою. Якщо пристрій завантажується правильно, його можна підключити до Інтернету через вбудований Wi-Fi. Після цього Pi можна оновити за допомогою двох команд — «`sudo apt-get update`», яка використовує зареєстровані репозиторії для перевірки оновлень програмного забезпечення, встановлених на Pi, які потребують оновлення (користувачу може знадобитися ввести пароль для цієї команди). Після виконання команди оновлення можна запустити «`sudo apt-get upgrade`», яка використовуватиме інформацію з команди оновлення, щоб визначити, що потрібно оновити. Користувачу буде повідомлено, скільки місця займуть оновлення, і запитають, чи хочуть вони ввести «у», щоб продовжити. Після підтвердження оновлення буде встановлено на Pi.

3.2 Конфігурація Samba

Для встановлення Samba в ОС Raspberry Pi є команда

```
sudo apt-get install samba samba-common-bin
```

Ця команда дозволяє встановити Samba та необхідні компоненти. Програмний менеджер автоматично встановить будь-які необхідні залежності. Після введення цієї команди користувачеві буде потрібно ввести свій пароль через `sudo`, що дасть йому підвищені привілеї, аналогічно до виконання команд від імені адміністратора в Windows. Після цього система запитає, чи бажаєте

встановити. Підтвердіть, натиснувши "y" або "yes" у консолі, і натисніть Enter. Після цього процес встановлення Samba буде запущено.

```
sudo nano /etc/samba/smb.conf
```

Дана команда відкриває файл smb.conf Samba з використанням текстового редактора з підвищеним рівнем привілеїв. Цей файл визначає, які файли доступні через Samba та як вони представлені для користувачів. Файл конфігурації замінюється на нову конфігурацію, яка розміщена нижче. (рис.3.1).

```
[global]
netbios name = PiDrive
server string = The Pi File
workgroup = WORKGROUP
hosts allow =
socket options = TCP NODELAY IPTOS LOWDELAY
SO RCVBUF=65536 SO SNDBUF=65536
remote announce =
remote browse sync =
wins support = yes

client min protocol = SMB2
client max protocol = SMB3

[HOMEPI]
path = /home/pi comment =
No comment browsable = yes
read only = no
valid users =
writable = yes
guest ok = yes
public = yes
create mask = 0777
directory mask = 0777
force user = root
force create mode = 0777
force directory mode = 0777
hosts allow =
```

Рисунок 3.1 – Лістинг конфігурації

Команда `sudo smbpasswd -a pi` додає користувача з ім'ям Pi до Samba, що дозволяє йому отримати віддалений доступ до інформації, що зберігається на

SMB. Під час підключення до спільного доступу користувачеві потрібно буде ввести ім'я користувача та пароль. При введенні цієї команди система запросить ввести пароль для облікового запису, після чого потрібно натиснути клавішу Enter. Потім користувачеві потрібно буде повторно ввести пароль, щоб підтвердити його для облікового запису. Налаштування практично завершено, але для того, щоб зміни набули чинності, потрібно перезапустити сервер Samba за допомогою команди:

```
$ sudo systemctl restart smbd
```

Після цієї команди Samba Server буде налаштовано в Raspberry Pi. Після підключення NAS до Raspberry Pi, клієнти зможуть використовувати дані на своїх машинах, як на звичайному локальному диску.

3.3 Веб-сервер на Raspberry Pi

При використанні Raspberry Pi як веб-сервера важливо мати на увазі, що його апаратне обладнання обмежене. Продуктивність цього комп'ютера нижча, ніж у звичайного веб-сервера, який можна орендувати через звичайного інтернет-провайдера. Raspberry Pi не є ідеальним варіантом для розміщення складних сайтів в Інтернеті, таких як інтернет-магазини або веб-сайти з великою кількістю динамічного контенту. Також його слід уникати для роботи з веб-сайтами, які мають велику кількість відвідувачів, оскільки багато внутрішніх мереж мають обмежену пропускну здатність, що перешкоджає Raspberry Pi стати повноцінним сервером. Проте, не зважаючи на ці обмеження, є безліч областей застосування для веб-серверів, які керуються за допомогою Raspberry Pi: він може бути використаний як домашній сервер для підключення до Інтернету або мережі компанії. Це також підходить для розміщення в

Інтернеті невеликих веб-сайтів з низьким трафіком відвідувачів. Крім того, ви можете використовувати Raspberry Pi для управління власною хмарою або налаштування програм для автоматизації домашнього середовища, таких як керування освітленням або опаленням. Ще однією перевагою є низькі витрати, пов'язані з запуском веб-сервера на Raspberry Pi, оскільки для цього потрібні лише підключення до Інтернету та живлення. З метою енергоефективності, як веб-сервери працюють без екранів або пристроїв введення, рекомендується налаштувати віддалений доступ через SSH. Це дозволяє користувачам легко керувати серверами з комп'ютера, смартфона чи інших пристроїв. Для встановлення HTTP-сервера Apache або інших компонентів LAMP веб-сервера на Raspberry Pi достатньо ввести лише одну команду в терміналі.

```
sudo apt-get install apache2
```

Для перевірки успішності інсталяції, необхідно відкрити браузер і ввести IP-адресу Raspberry Pi в рядку адреси URL. Після налаштування Apache 2 правильно, в браузері буде відображено сторінку за замовчуванням. В каталозі користувачі можуть редагувати веб-сайт та створювати будь-яку кількість додаткових веб-сторінок.

```
sudo nano /var/www/index.html
```

або

```
sudo nano /var/www/html/index.html
```

При внесенні змін, необхідно переконатися, що ми можемо побачити ці зміни після перезавантаження сторінки.

Для того щоб веб-сервери могли обробляти файли HTML, CSS, JavaScript, PHP, встановлюємо PHP5 наступною командою:

```
sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5
```

Тепер можна створити файл PHP. Для створення тесту створюємо файл `phpinfo.php`:

```
sudo nano phpinfo.php
```

У редакторі при цьому внесемо міні:

```
<?php phpinfo(); ?>
```

При відкритті IP-адреси Raspberry Pi, додаємо `/info.php.php` до адреси і відповідна сторінка має з'явитися (наприклад, `192.168.X.X/phpinfo.php`). Якщо запит відбувається успішно, PHP на вашому Raspberry Pi буде налаштовано повністю.

Для адміністрування MySQL можна використовувати PhpMyAdmin. Це безкоштовне програмне забезпечення дозволяє користувачам легко керувати базами даних через графічний інтерфейс у браузері. Для встановлення використовується наступна команда:

```
sudo apt-get install phpmyadmin
```

Після успішного встановлення з'явиться екран, де необхідно обрати Apache 2 в якості веб-серверу. Після цього з'явиться запит, про потрібну встановити phpMyAdmin для керування базою даних; у відповідь необхідно дати згоду натиснувши «Так». Далі потрібно обрати пароль для phpMyAdmin, після чого процес інсталяції буде завершено і потрібно підключити встановлений phpMyAdmin до веб-сервера Apache. Це здійснюється за допомогою наступної команди:

```
sudo nano /etc/apache2/apache2.conf
```

3.4 Налаштування VPN

Як у будь-якому компоненті ІТ, безпека веб-сервера має вельми велике значення. Ризик атаки зростає, особливо коли сервер постійно знаходиться в Інтернеті. Тому важливо переконатися, що ваш веб-сервер завжди оновлений до останньої версії для запобігання можливим вразливостям. Конфіденційні дані слід розміщувати на веб-серверах тільки в тому випадку, якщо ви впевнені, що дотримуетесь всіх необхідних заходів безпеки.

У цьому проекті мережевий захист реалізується через використання VPN на Raspberry Pi, що є зручною альтернативою з невеликою кількістю інструментів та конфігураційним кодуванням (рис. 3.1). Більше того, він є дешевшим і портативним для використання на будь-яких пристроях після невеликої настройки. Цей бюджетний продукт також може допомогти оптимізувати швидкість Інтернету під час перегляду та потокового відео. Крім того, ця система надає повний контроль над вашою приватною мережею, що дозволяє безпечно переглядати та управляти доступом до даних і файлів у вашій домашній мережі. Інструмент є дуже стабільним і може працювати на пристроях навіть при зміні IP-адреси сервера згідно з провайдером. Ця система допоможе запобігти будь-яким вразливостям нашого мережевого підключення.

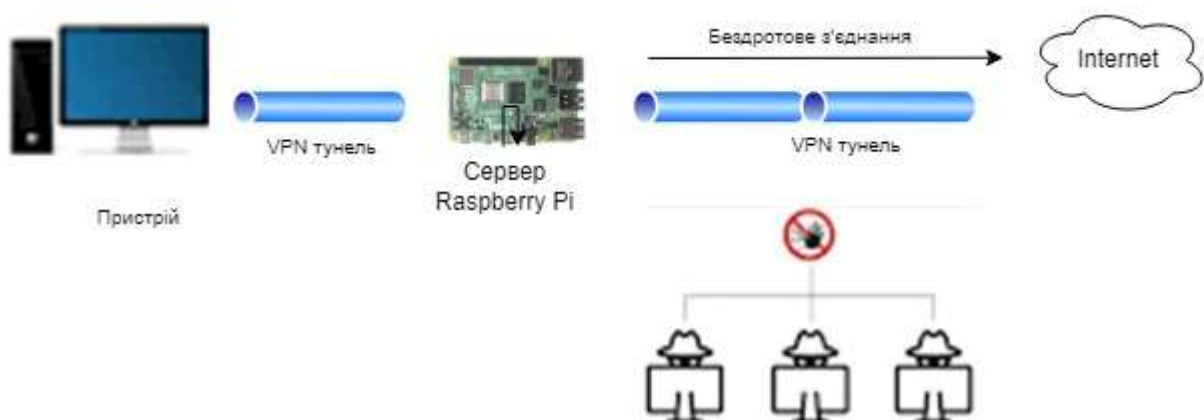


Рисунок 3.2 -. Структура VPN мережі

На основі інформації, користувачу потрібно підключити свій пристрій до Raspberry Pi, щоб отримати доступ до VPN. На Raspberry Pi потрібно налаштувати шлюз за замовчуванням для пристрою, який буде відправляти дані на Raspberry Pi, що виступає в ролі хоста для інших мереж. Після налаштування VPN і Raspberry Pi буде створено з'єднання між ними для доступу до Інтернету. Система захистить всі дані, що проходять через VPN-тунель. Користувач може безпечно переглядати, не переймаючись за витік даних третім сторонам.

В даному випадку операційна система керує розподілом даних, а мікропроцесор, що діє як сервер, стає центром розподілу даних. В якості центру використовуємо мережеве сховище (NAS). За умови спільної роботи NAS і Raspberry Pi є більш доступними за ціною і ефективнішими..

Загальне схема проектування комп'ютерної мережі матимете наступний вигляд (рис.3.2):

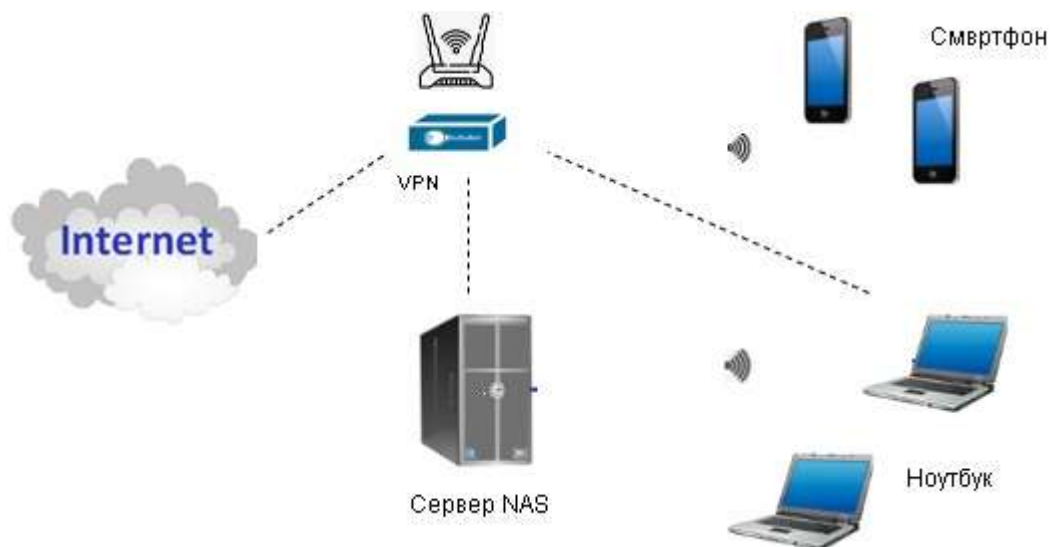


Рисунок 3.3 - Загальне проектування мережі

В Raspberry Pi є USB порти, до яких можна підключити сховище даних, таке як зовнішній жорсткий диск. Пристрої введення, такі як клавіатура і миша, підключаються до USB-портів, а монітор - через порт HDMI. Маршрутизатор Wi-Fi підключений і генерує статичний IP-адрес.

Після базового налаштування маршрутизатора отримано статичний IP-

адрес, за яким можуть підключитися всі пристрої.

В даному розділі було наведено реалізацію налаштування локального сервера на основі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4 та протоколу Samba, налаштовано захист мережі за підтримки VPN.

3.5 Висновки

У даному розділі детально описано процес реалізації локального сервера на базі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4. На початку було проведено налаштування Raspberry Pi, що включало встановлення операційної системи Raspbian на мікро-SD карту та її оновлення.

Далі було налаштовано Samba - програмний пакет, що дозволяє реалізувати протокол SMB для спільного доступу до файлів та ресурсів у мережі між різними операційними системами. Було продемонстровано процес установки та конфігурації Samba на Raspberry Pi.

Описано створення вебсервера на основі Raspberry Pi за допомогою встановлення HTTP-сервера Apache та підтримки PHP і MySQL. Наведено необхідні команди та кроки для налаштування повноцінного веб-сервера.

Для забезпечення безпеки мережі було реалізовано VPN (віртуальну приватну мережу) на Raspberry Pi. Описано структуру VPN, принцип її роботи та переваги використання для захисту даних під час передачі через Інтернет.

Загалом, цей розділ охоплює практичні аспекти створення локального сервера з використанням недорогого одноплатного комп'ютера Raspberry Pi та необхідного програмного забезпечення. Це дозволяє реалізувати функції спільного доступу до файлів, веб-сервера та захищеного доступу до мережі на основі VPN.

4 ТЕСТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ

4.1 Методологія тестування

У методології тестування використовується програма з відкритим вихідним кодом під назвою NAS performance tester [18], яка є безкоштовною утилітою для оцінки продуктивності читання та запису на сховище даних, підключене через SMB/CIFS мережі. Ця програма дозволяє використовувати файли різних розмірів та кількість циклів для отримання точних результатів. Незважаючи на те, що вона доступна лише для Windows, можна протестувати декілька пристроїв цієї операційної системи для оцінки продуктивності на різному обладнанні. Програма має деякі обмеження, такі як відсутність сумісності з Linux або Android, але можливе використання рівнів сумісності, таких як Wine. Однак це може призвести до обмеженої функціональності або низької продуктивності деяких додатків.

Методологія тестування легко повторюється і може бути застосована в різних середовищах, оскільки використовується програма з відкритим кодом, доступна для завантаження будь-якому користувачеві. Процес тестування мало відрізняється від розміру файлу, а єдиним змінним параметром є кількість ітерацій. Запуск тесту простий і не залежить від рівня володіння користувачем.

Після встановлення параметрів тесту, користувач може запустити його і переглянути середню швидкість читання та запису, а також виявити будь-які аномалії у результатах. Якщо результати виходять за межі очікуваної похибки, тест слід повторити для перевірки точності даних. Програма була протестована на Raspberry Pi 3 з використанням ОС OSMC, і результати тесту можна побачити на відповідному скріншоті (рис.4.1).

Додаток дозволяє налаштувати розмір файлу та кількість ітерацій передачі файлів для проведення перевірки. Це дозволяє отримати середнє значення швидкості, роблячи його універсальним інструментом тестування, який добре підходить для даного проєкту.

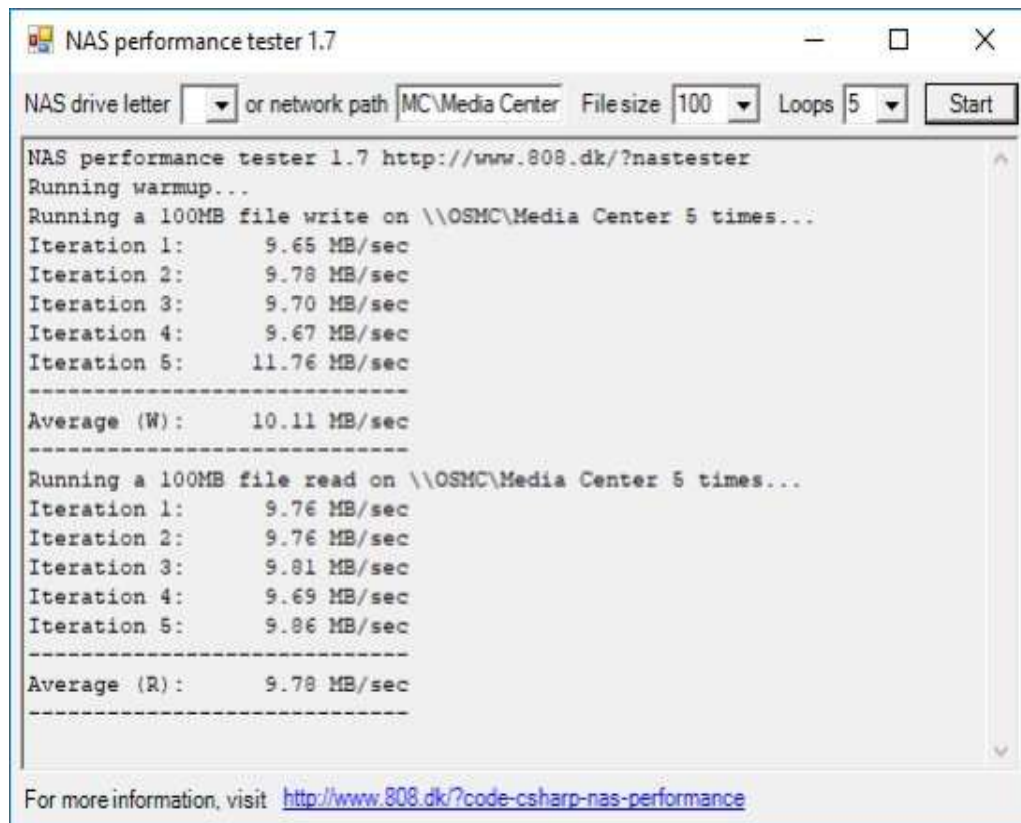


Рисунок 4.1 - Тестування швидкості запису та зчитування
в NAS performance tester

4.2 Порівняння швидкості завантаження даних

Для порівняння швидкості завантаження та вивантаження дані на NAS розраховувалися для двох різних підключень до Інтернету. Це важливо, оскільки швидкість інтернет-підключення визначає, як швидко дані можна передавати через Інтернет. Для цього експерименту розглядалися швидкості інтернет-з'єднання 2 МБ/с і 10 МБ/с. У таблицях 4.1. і 4.2. нижче показано час, необхідний для завантаження та вивантаження одного й того ж набору файлів з різними швидкостями інтернет-підключення.

Таблиця 4.1 - Швидкість передачі даних при підключенні 2 МБ/с

Розмір файлу	Вивантаження, сек (Серед. швидкість = 63.2Кб/сек)	Завантаження, сек (Серед. швидкість = 245Кб/сек)
123 Кб	2	0.52.
1.8 Мб	26	7.91
11.1 Мб	147	48.78
113.3 Мб	1890	350

Таблиця 4.2 - Швидкість передачі даних

Розмір файлу	Вивантаження, сек(Серед. швидкість = 554Кб/сек)	Завантаження, сек(Серед. швидкість = 1.7Мб/сек)
130 Кб	0.16	0.07
1.8 Мб	2.86	0.73
12.1 Мб	17.87	5.84
113.3 Мб	240	59.63

Запропонований підхід гарантує безпеку фізичного диску, на якому зберігаються дані. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до своїх даних і керувати ними дистанційно. Файли синхронізуються з основним сховищем, тобто зміни, внесені на зовнішній носій, оновлюються вчасно, щоб зберігати дані в актуальному стані. Безпека даних забезпечується за допомогою кількох жорстких дисків для створення резервних копій даних з використанням різних рівнів RAID. У запропонованій системі файли завантажуються, вивантажуються та синхронізуються через Інтернет, тому швидкість передачі обмежується швидкістю завантаження вашого Інтернет-з'єднання.

Обслуговування Raspberry Pi NAS вимагатиме від користувачів регулярного форматування карти microSD та повторної установки програмного забезпечення.

Використавши формулу 4.1 можна обчислити ймовірність відмови диска:

$$AFR = 1 - e^{\frac{-8766}{MTBF}} \quad (4.1)$$

Ймовірність відмови диска за рік складає приблизно 8,4%. Це число можна використовувати для оцінки частоти заміни дисків залежно від рівня прийнятності ризику. Загальна ймовірність виходу з ладу диска протягом року становить 30%.

Можна також трохи продовжити термін служби жорсткого диска, розглянувши річну кількість активних годин, замінивши числом 8766 (кількість годин у році) що дозволить розрахувати тривалість служби NAS та вчасно спланувати оновлення. Під час заміни всього масиву жорстких дисків, зазначений план передбачатиме створення другого NAS та резервне копіювання до нього, що максимально продовжить термін служби використовуваних носіїв.

В результаті було проведено тестування швидкості Інтернет підключення для завантаження та вивантаження запису та зчитування інформації за допомогою програма з відкритим вихідним кодом NAS performance tester.

4.3 Висновки

У цьому розділі представлено методологію тестування продуктивності мережевого сховища даних NAS, побудованого на базі Raspberry Pi. Для оцінки швидкості читання та запису використовувалася безкоштовна утиліта NAS performance tester з відкритим вихідним кодом.

Проведено порівняння швидкості завантаження та вивантаження даних на NAS для різних швидкостей інтернет-підключення: 2 Мбіт/с та 10 Мбіт/с. Результати показали, що час передачі даних значно залежить від пропускної здатності інтернет-каналу.

Розглянуто питання безпеки та надійності NAS-системи. Запропоновано використовувати декілька жорстких дисків з різними рівнями RAID для створення резервних копій даних. Обчислено ймовірність відмови диска протягом року, яка становить близько 8,4%, та загальну ймовірність виходу з ладу диска - 30%.

Для продовження терміну служби NAS-системи рекомендовано регулярно оновлювати програмне забезпечення, використовувати режим вимкнення, коли система не використовується, та вчасно замінювати жорсткі диски на новіші моделі.

Загалом, представлена методологія тестування та розрахунки показують, що побудована NAS-система на базі Raspberry Pi є доступним і функціональним рішенням для зберігання та передачі даних, але вимагає ретельного контролю та обслуговування для забезпечення безперебійної роботи та безпеки даних.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті були виконані поставлені задачі стосовно створення локального сервера на основі платформи Raspberry Pi.

Проведено аналіз використання одноплатних комп'ютерів, визначено їх переваги та недоліки, обрано підходящу плату для використання у роботі. Розглянуто структурну схему одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, описано його характеристики. Створено алгоритм передачі даних в клієнт-серверному середовищі.

Здійснено конфігурацію та налаштування Raspberry Pi, організацію роботи протоколу Samba, розгорнуто локальне сховище для зберігання та розповсюдження даних в локальній мережі.

Протестовано та оцінено швидкість інтернет підключення для завантаження та вивантаження запису та зчитування інформації, зберігання файлів та передачі даних в межах локальної мережі.

Результати цієї роботи можуть бути застосовані як в домашніх умовах, так і у сфері технологій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вибір пристрою NAS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://recoverysoftware.com.ua/blog/what-the-best-raid-for-nas.html> (дата звернення 30.03.2024).
2. Що таке RAID, і як використовуються різні типи RAID [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://recoverysoftware.com.ua/blog/what-is-raid.html> (дата звернення 01.04.2024).
3. Що таке одномісний бортовий комп'ютер і який мені підходить? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.fmuser.net/content/?21186.html> (дата звернення 18.04.2024).
4. Обчислювальна потужність комп'ютера (продуктивність комп'ютера) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%> (дата звернення 29.03.2024).
5. Унікальні можливості Raspberry Pi: найцікавіше про одноплатні комп'ютери [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://diylab.ua/analitic/26599-unikalni-mojlivosti-raspberry-pi-naucikavishe-pro-odnoplatti-kompyuteri.html> (дата звернення 19.03.2024).
6. ODROID-C4 - це нове покоління [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arduino.ua/cat104-odroid> (дата звернення 21.03.2024).
7. Крихітний комп'ютер Banana Pi [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://portaltele.com.ua/equipment/computer-hardware/predstavlenij-krihitnij-komp-yuter-banana-pi.html> (дата звернення 19.03.2024).
8. Мікрокомп'ютер BeagleBone [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://evo.net.ua/beaglebone-black/> (дата звернення 25.03.2024).
9. Обладнання Cubieboard 2 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://wiki.debian.org/FreedomBox/Hardware> (дата звернення 01.04.2024).
10. Огляд міні-комп'ютерів Radxa Rock [Електронний ресурс] – Режим

доступу: <https://evo.net.ua/radxa-rock-pi/> (дата звернення 11.04.2024).

11. Raspberry Pi 4 Block Diagram [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://community.element14.com/products/raspberry-pi/b/blog/posts/raspberry-pi-3-block-diagram> (дата звернення 02.04.2024).

12. Raspberry Pi Pinout Diagram [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.jameco.com/Jameco/workshop/CircuitNotes/raspberry-pi-circuit-note.html> (дата звернення 29.03.2024).

13. Server Message Block [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/Server_Message_Block.html (дата звернення 17.04.2024).

14. Samba [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Samba> (дата звернення 01.04.2024).

15. Що таке nfs: поняття, переваги та принципи роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://freehost.com.ua/ukr/faq/wiki/chto-takoe-nfs-ponjatie-preimuschestva-i-printsipi-raboti/> (дата звернення 2.04.2024).

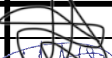
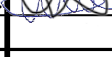
16. Стандарт бездротового зв'язку 802.11 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gsmhub.com.ua/glossary/80211> (дата звернення 15.04.2024).

17. Що таке бездротова технологія BLUETOOTH? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://helpguide.sony.net/speaker/srs-xb2/v1/uk/contents/TP0001028828.html#:~:text=> (дата звернення 25.04.2024).

18. Тестування продуктивності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/performance-testing/> (дата звернення 30.04.2024).

Перелік одноплатних комп'ютерів та їх характеристика

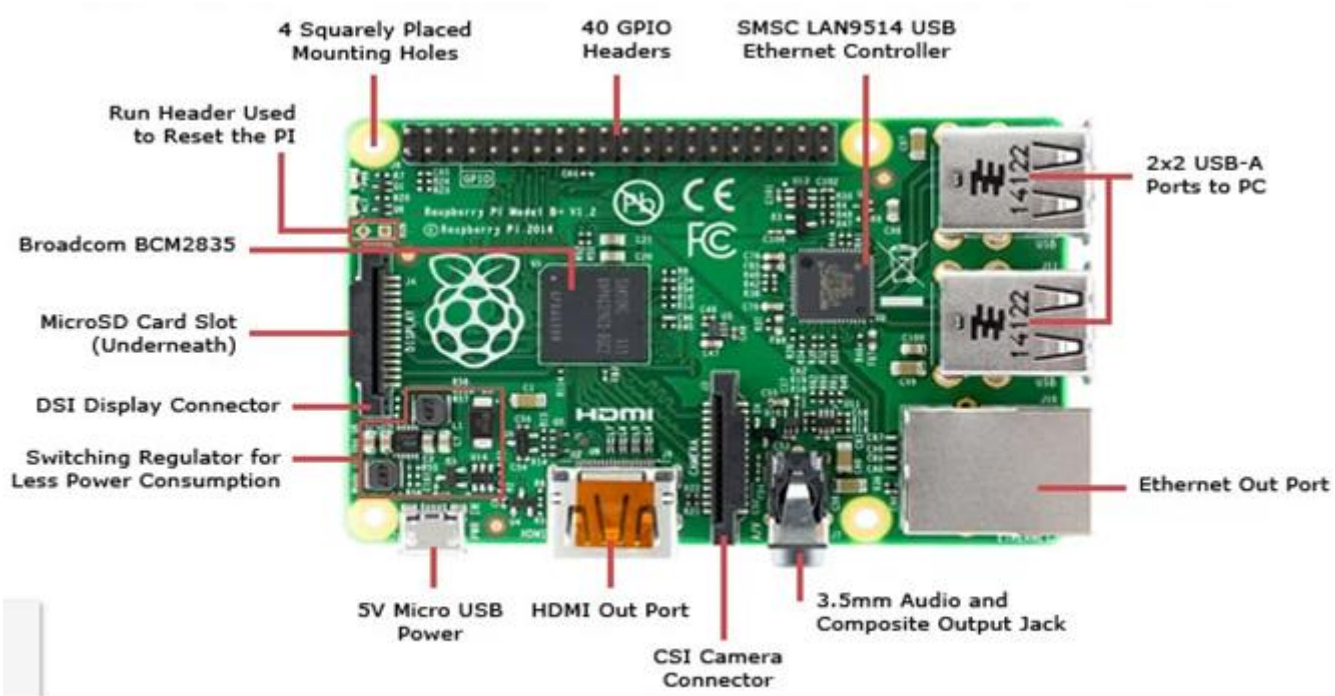
Raspberry Pi 4 Модель B	Banana pi	ODROID C4	Radxa Rock Lite	Cubie-board2	BeagleBone Black
- Процесор: ARM Cortex з різними конфігураціями ядер і тактовими частотами.	- Процесор: Realtek RTD1395 A20 (Cortex-53), 4 ядра, 1,5 ГГц.	- Процесор: Amlogic S905X3 (Cortex-A55), 4 ядра, 2 ГГц.	- Процесор: Rockchip RK3188 (ARM Cortex-A9), 4 ядра, до 1.6 ГГц	-Процесор: Allwinner A20 (ARM Cortex-A7), 2 ядра, 1 ГГц	- Процесор: AM335x ARM (Cortex-A8), 1 ГГц.
- Оперативна пам'ять: від 1 ГБ до 8ГБ	-Оперативна пам'ять: 2 ГБ DDR4	- Оперативна пам'ять: 4 ГБ DDR4	-Оперативна пам'ять: 2 ГБ DDR3	-Оперативна пам'ять: 1 ГБ DDR3	-Оперативна пам'ять: 512 МБ DR3L
-Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD	- Підтримка карт пам'яті: microSD;
- Порти: HDMI, Ethernet, 2xUSB (або більше)	- Порти: HDMI, Gigabit Ethernet, 2xUSB 2.0,	- Порти: HDMI, Gigabit Ethernet, 4x USB 3.0	Порти, HDMI, Ethernet, 2x USB	Порти, HDMI Ethernet 2x USB	- Порти: HDMI, Ethernet. 2x USB
- Роз'єм: GPIO	- Роз'єм: GPIO, CSI, DSI, UART, I2C, SPI	- Роз'єм: GPIO, IR, HDR	Роз'єм: GPIO, UART, SPI, I2C	Роз'єм: DC, GPIO, UART, SPI, I2C	- Роз'єм: UART, SPI, I2C, CAN, GPIO
- ОС: Raspbian, Ubuntu, Windows 10	- ОС: Android, Debian, Linux	- ОС: Android, Linux	- ОС: Android, Debian, Ubuntu+in.	- ОС Android, Debian, Ubuntu+in.	- ОС: Linux, Android, FreeRTOS
Особливості: Wi-Fi, Bluetooth	Особливості Wi-Fi, Bluetooth	Особливості: Wi-Fi 5, Bluetooth			
- Розміри: 85 x 56мм	- Розміри: 92 x 60 мм	- Розміри: 85 x 56 мм	- Розміри: 80 x 80 мм.	- Розміри: 100 x 60 мм.	- Розміри: 86 x 53 мм
1838 грн.	1401 грн.	3382 грн.	2150 грн.	1918 грн.	2894 грн.

					13.02070849.00014 ПЛ1									
					Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера	Літ.			Маса			Масштаб		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата										
Розробив		Фомін Д.О.												
Перевірив		Ільяшенко М.Б.												
Т.контр.						Аркуш 1			Аркушів 1					
Н.контр.		Щербак Н.В.			Перелік одноплатних комп'ютерів та їх характеристики	НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-510								
Затвердив		Кудерметов Р.К.												

Перелік елементів Raspberry Pi 4 Model B

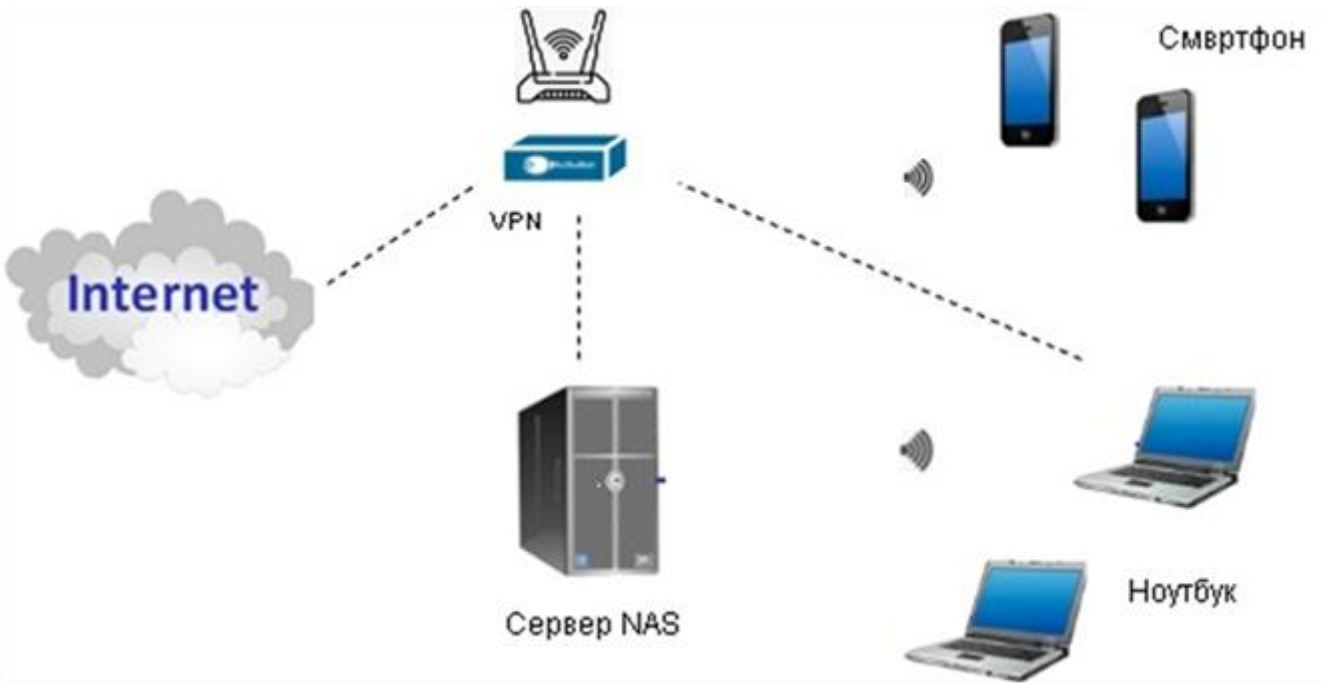
Плата Raspberry Pi 4 з переліком периферійних виходів

Технічні характеристики та особливості	
Центральний процесор (CPU):	4 ядра Cortex-A72 (ARMv8) 64-біт з тактовою частотою 1,5 ГГц
Чип:	Broadcom BCM271
Видеопроцесор (GPU)	VideoCore VI з підтримкою OpenGL ES 3.x і H.265 (4Kp60 декодування, 1080p60 кодування)
Пам'ять (RAM)	2, 4 або 8 ГБ LPDDR4-3200 SDRAM (варіанти пам'яті залежать від моделі).
GPIO порти	40 pin
LAN порт	Доступний
Мережа	Gigabit Ethernet(10/100/1000 Mbit/s)
Підтримка бездротових мереж	802.11ac Wi-Fi та Bluetooth 5.0
Підтримка зовнішньої пам'яті	microSD
Джерело живлення	мікро-USB або USB-C адаптера з напругою 5 В та струмом не менше 3 А
Роз'єми розширення	- 2x порти HDMI 2.0 (до 4Kp60); - 1x Gigabit Ethernet порт; - 1x порт 3.5 мм для аудіо/відео; - 1x microSD слот для карти пам'яті; - 1x порт CSI (Camera Serial Interface) для камери; - 1x порт DSI (Display Serial Interface) для дисплея.
USB порт	- 2x порти USB 3.0; - 2x порти USB 2.0.
Камера	CSI-2
Дисплей	DSI
Робоча температура	0 – 50 degree

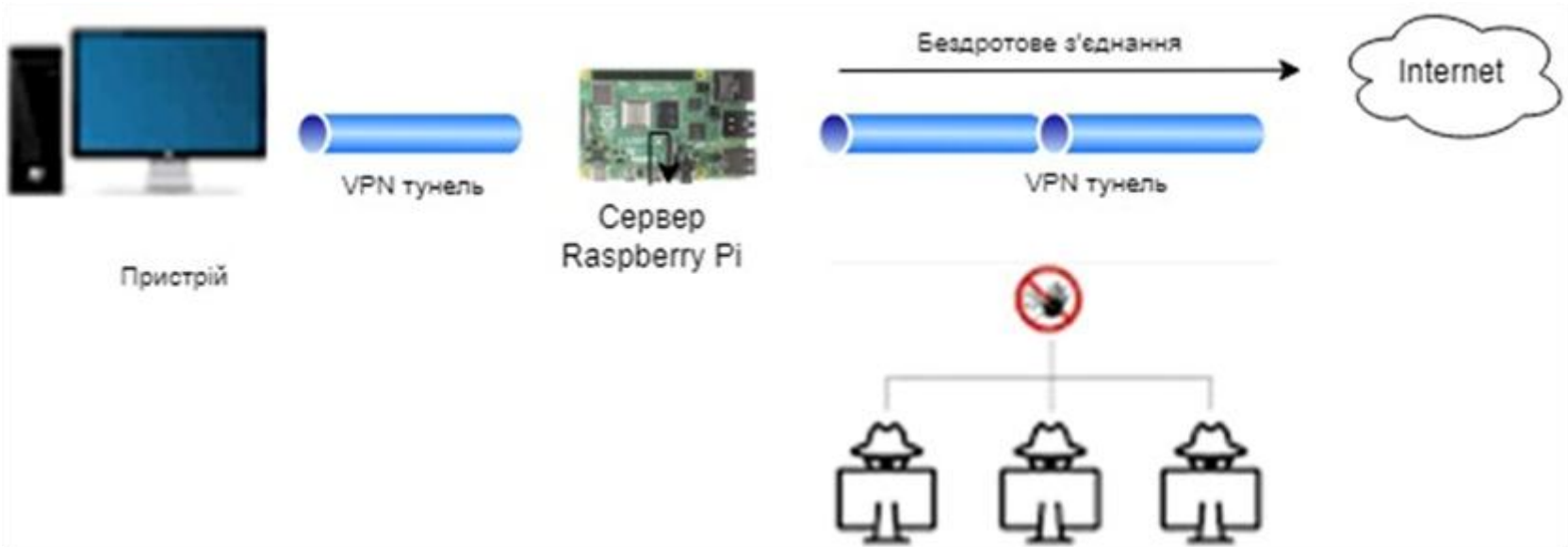


					13.02070849.00014 ПЛ2							
					Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера	Літ.			Маса		Масштаб	
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		Аркуш 1			Аркушів 1			
Розробив		Фомін Д.О.										
Перевірів		Ільяшенко М.Б.										
Т.контр.												
Н.контр.		Щербак Н.В.			Технічні характеристики елементів Raspberry Pi модель B	НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-510						
Затвердив		Кудерметов Р.К.										

Загальне проектування мережі



Структура VPN мережі



					13.02070849.00014 ПЛЗ														
					Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера							Літ.		Маса		Масштаб			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Загальне проектування мережі							Аркуш 1		Аркушів 1					
Розробив		Фомін Д.О.																	
Перевірів		Ільяшенко М.Б.																	
Т.контр.		—																	
Н.контр.		Щербак Н.В.										НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-510							
Затвердив		Кудерметов Р.І.																	

Тестування швидкості запису та зчитування
в NAS performance tester

NAS performance tester 1.7

NAS drive letter or network path Filesize Loops

NAS performance tester 1.7 <http://www.808.dk/?nastester>

Running warmup...

Running a 100MB file write on \\OSMC\Media Center 5 times...

Iteration 1: 9.65 MB/sec

Iteration 2: 9.78 MB/sec

Iteration 3: 9.70 MB/sec

Iteration 4: 9.67 MB/sec

Iteration 5: 11.76 MB/sec

Average (W): 10.11 MB/sec

Running a 100MB file read on \\OSMC\Media Center 5 times...

Iteration 1: 9.76 MB/sec

Iteration 2: 9.76 MB/sec

Iteration 3: 9.81 MB/sec

Iteration 4: 9.69 MB/sec

Iteration 5: 9.86 MB/sec

Average (R): 9.78 MB/sec

For more information, visit <http://www.808.dk/?code-csharp-nas-performance>

Швидкість передачі даних при підключенні

Розмір файлу	Вивантаження, сек (Серед. швидкість = 63.2Кб/сек)	Завантаження, сек (Серед. швидкість = 245Кб/сек)
123 Кб	2	0.52
1.8 Мб	26	7.91
11.1 Мб	147	48.78
113.3 Мб	1890	350

Швидкість передачі даних

Розмір файлу	Вивантаження, сек (Серед. швидкість = 554Кб/сек)	Завантаження, сек (Серед. швидкість = 1.7Мб/сек)
130 Кб	0.16	0.07
1.8 Мб	2.86	0.73
12.1 Мб	17.87	5.84
113.3 Мб	240	59.63

					13.02070849.00014 ПЛ4												
					Розробка мережевого сервера на базі мікроконтролера						Літ.		Маса		Масштаб		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							Аркуш 1		Аркушів 1				
Розробив		Фомін Д.О.															
Перевірив		Ільяшенко М.Б.															
Т.контр.																	
Н.контр.		Щербак Н.В.			Порівняння швидкості завантаження та вивантаження						НУ «Запорізька політехніка», гр. КНТ-510						
Затвердив		Кудерметов Р.К.															