

Кафедра автоматизації
технологічних процесів
і виробництв

Лабораторна робота № R01

з курсу

”Мікропроцесорні та програмні засоби
автоматизації”

Будова та основи роботи із
Raspberry Pi

Методичні вказівки до лабораторної роботи № R01 “Будова та основи роботи із Raspberry Pi” з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації". Марущак П.О., Медвідь В.Р., Пісьціо В.П., Тернопіль: ТНТУ, 2021 - 14 с.

Для студентів напрямку: 151 "Автоматизація та комп'ютерні технології"

Автори: Марущак П.О., Медвідь В.Р., Пісьціо В.П..

Тема роботи

Будова та основи роботи із Raspberry Pi.

Мета роботи

Навчитись встановлювати операційну систему Raspbian GNU/Linux та виконувати настройку SSH-підключення на Raspberry Pi, а також ознайомитись із його функціональними можливостями.

Технічні характеристики Raspberry Pi

Raspberry Pi це одноплатний комп'ютер розміром з банківську карту, розроблений як бюджетна система для навчання інформатики, в подальшому він став використовуватись як одноплатна систем система для проектів автоматизації. Його перші версії були створені в 2011 році. Raspberry Pi побудований на основі процесора архітектури ARM.

Основні характеристики сиситеми є

- чотирьохядерний процесор ARMv8, що працює на частоті 1.4GHz
- обсяг оперативної пам'яті 1Гбайт (LPDDR2 SDRAM)
- збереження програм та операційної системи на SD-карті, із можливістю роботи з флеш-накопичувачами та жорсткими дисками, що підключаються через USB-адаптер.
- Wi-Fi на частоти 2.4ГГц та 5ГГц стандартів IEEE 802.11.b/g/n/ac ,
- вбудований модуль Bluetooth 4.2
- 4 порта USB 2.0
- наявність слота для CSI камери,
- наявність DSI порта, і т.д.

Загальний вигляд пристрою наведений на рис. 1.1.

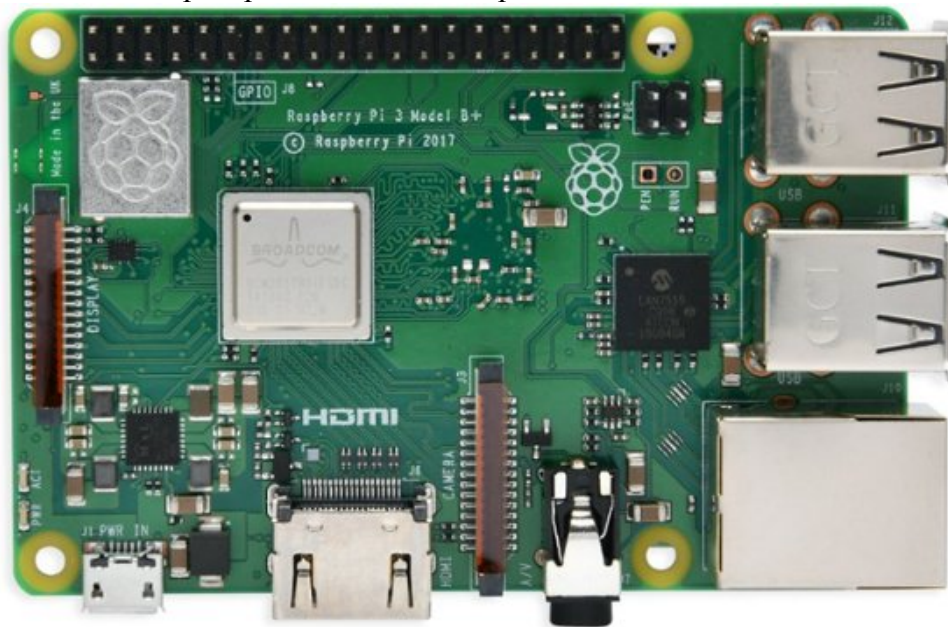


Рис. 1. Загальний вигляд Raspberry Pi

Операційні системи, що підтримуються системою.

Raspberry Pi працює в основному на операційних системах (ОС), заснованих на Linux ядрі, таких як:

- - Raspbian (модифікація Debian);
- - Arch Linux ARM;
- - Pidora (модифікація Fedora);
- - Kali Linux.

Також можливо використання FreeBSD та Windows 10 IoT Core.

У лабораторних роботах будемо використовувати операційну систему Raspbian. Це модифікація найпоширенішої операційної системи Debian GNU / Linux. У Raspbian є можливість використовувати легкий графічний інтерфейс (LXDE), а також стандартний менеджер пакетів

для встановлення програм через Інтернет. В якості ПЗУ Raspberry Pi використовує, залежно від моделі, SD або Micro SD карти пам'яті обсягом більше 8 Гб.

Raspberry Pi може працювати зі звичайними периферійними пристроями, такими як USB-клавіатура, миша. До плати можна підключити дисплей за допомогою HDMI кабеля чи перехідника. Для включення комп'ютера достатньо подати живлення за допомогою microUSB роз'єму.

Для роботи із інтерфейсами будемо використовувати плату ARPI600. Це плата розширення, в основу якої лягла ідея використання апаратних та програмних ресурсів Arduino для спільної роботи з Raspberry Pi через інтерфейс GPIO. Крім того, ARPI600 підтримує модулі XBee, легко дозволяючи додати в проект бездротові пристрої з відповідним протоколом. Таким чином ми отримуємо потужний інструмент у вигляді швидкої платформи Raspberry з великим об'ємом пам'яті і величезну кількість плат розширення, датчиків та периферії, розроблених для платформи Arduino. Як бонус на платі розміщені годинник реального часу, що відсутній на платі Raspberry.

Плата розширення сумісна з моделями: Raspberry Pi 1 A +, Raspberry Pi 1 B + і Raspberry Pi 2 B.

Плата містить :

- роз'єми сумісні із Arduino UNO, Leonardo, що дозволяють просте підключення різних шилдів Arduino;
- коннектор XBee для підключення різних XBee модулів;
- трьох і чотирьох провідний інтерфейс для підключення різних датчиків;
- встановлений на платі для налагодження конвертер USB-UART, який можна конфігурувати як XBee USB адаптер;
- встановлений на платі 11-канальний 10-бітний 38K SPS АЦП (із них 6 каналів використовуються для інтерфейсу ARDUINO, і 5 каналів для датчиків);
- годинник реального часу для збереження відліку часу.

Плата розширення ARPI600

Для зручності разом із процесорною платою будемо використовувати плату розширення Waveshare ARPI600 та плату Multifunction Shield. Загальний вигляд плати показаний на наступному рисунку.

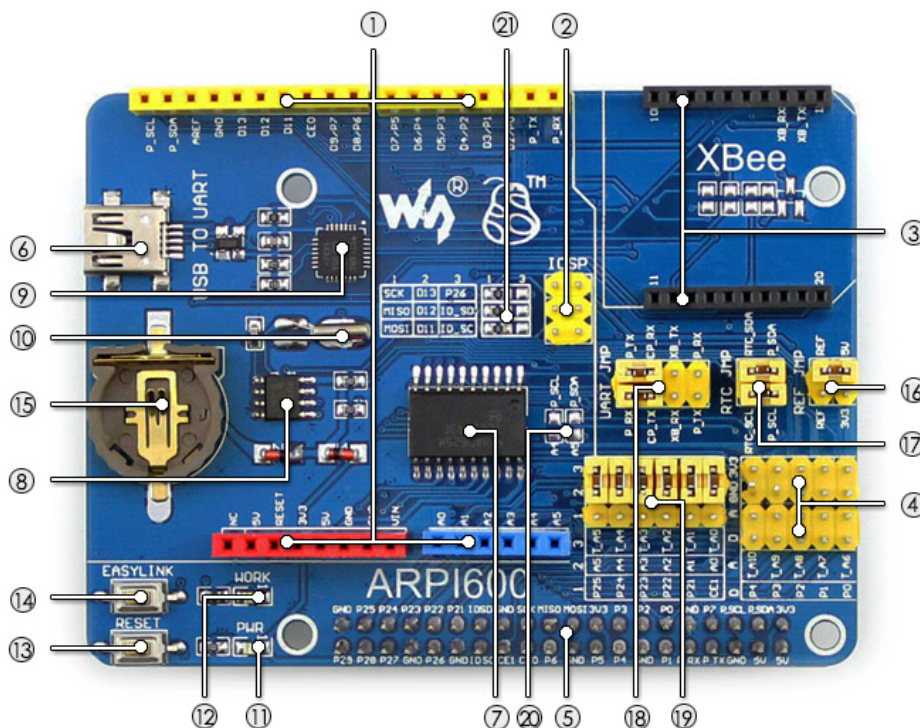


Рис. 2. Загальний вигляд плати Waveshare ARPI600

Плата містить

1 - Arduino connector: для підключення шилдів Arduino

- 2 - ICSP interface: Arduino ICSP
- 3 - XBee connector: для підключення XBee комунікаційних модулів
- 4 - Sensor interface: для підключення датчиків
- 5 - Raspberry Pi connector: для підключення Raspberry Pi (40 контактів)
- 6 - USB - UART
- 7 - TLC1543: АЦП
- 8 - PCF8563: Годинник реального часу (RTC)
- 9 - CP2102
- 10 - 32.768 KHz кварцевий резонатор: для RTC
- 11 - Індикатор живлення
- 12 - Світлодіод стану XBee
- 13 - Кнопка скидання (RESET) XBee та Arduino
- 14 - Кнопка запуску XBee EASYLINK
- 15 - Тримач батареї RTC: для батареї CR1220
- 16 - Джампер конфігурації опорної напруги для TLC1543
- 17 - Джампер RTC
- 18 - Джампер UART:
 - при з'єднанні P_RX і CP_TX, P_TX і CP_RX, відповідно, USB- UART підключається до послідовного порту Raspberry Pi
 - при з'єднанні XB_RX і CP_TX, XB_TX і CP_RX, відповідно, USB- UART підключається до послідовного порту XBee
 - при з'єднанні XB_RX і P_TX, XB_TX і P_RX, відповідно, послідовний порт Raspberry Pi підключається до послідовного порту XBee
- 19 - Джампер вибору Arduino AD
- 20 - Джампер вибору Arduino I2C
- 21 - Джампер вибору Arduino SPI

Плата Multifunction Shield.

Хоча плата розроблена для використання із Arduino, але за допомогою плати Waveshare ARPI600 вона може бути підключена до Raspberry Pi. Загальний вигляд плати показаний на наступному рисунку (рис. 3).

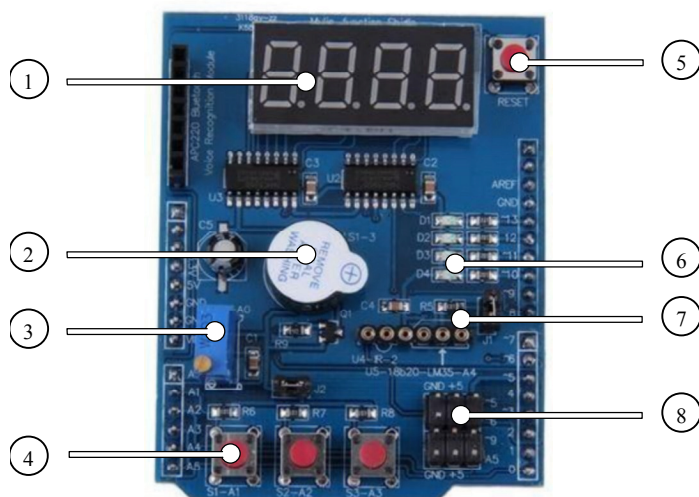


Рис. 3. Загальний вигляд плати Multifunction Shield

На платі розміщені:

- 1 - Світлодіодний індикатор
- 2 - Динамік.
- 3 - Змінний резистор
- 4 - Три незалежні кнопки
- 5 - Кнопка скидання
- 6 - Чотири світлодіодних індикатори
- 7 - Сокет для підключення давачів

8 - Набір контактів для підключення давачів.

Встановлення Raspbian GNU/Linux.

У процесі виконання лабораторних робіт будемо використовувати операційну систему Raspbian GNU/Linux. Це відкрита та вільна ОС, адаптація Debian GNU / Linux під архітектуру ARM. Raspbian підтримує легковаговий графічний інтерфейс LXDE і стандартний менеджер пакетів apt-get, так що при установці програм з використанням Інтернету не виникає проблем. Так само підтримуються майже всі програми, доступні на Linux для ПК, в т.ч. компілятори та редактори коду.

Існує два способи встановлення ОС на Raspberry Pi:

- скачування пакета NOOBS на карту та подальша установка;
- монтування зображення ОС Raspbian прямо на карту, в цьому випадку можна буде приступати до використання відразу після включення. Використаємо перший спосіб, тому що він зручніше, і пакет NOOBS сам виконує необхідні настройки.

Завантажити пакет можна з офіційного сайту

<https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>

Вибрати потрібно повну версію («Offline and network install») і будь-який зручний спосіб завантаження.

Перейдемо безпосередньо до установки:

1. Вставляємо SD-карту в комп'ютер (не в Raspberry Pi, в «звичайний») та виконуємо форматування карти; при форматуванні вказуємо файлову систему FAT32.
2. Завантажуємо з сайту zip-архів з NOOBS.
3. Розпаковуємо викачаний архів на SD-карту так, щоб файли знаходилися прямо в кореневій директорії. Для цього використовуємо перехідник для картридера і вставляємо в слот. Результат операції показаний на наступному рисунку
4. Вставляємо в плату Raspberry USB-мишу, USB-клавіатуру, підготовлену в попередніх пунктах SD-карту та перехідник для підключення монітору.
5. Підключаємо живлення по microUSB.
6. У відображуваному вікні вибираємо ОС Raspbian (перша опція). Зауважимо, що друга опція пропонує розбивку розділів карти вручну, а третя - завантаження безпосередньо в пакет Scratch - програми для графічного програмування комп'ютерної графіки та анімації.

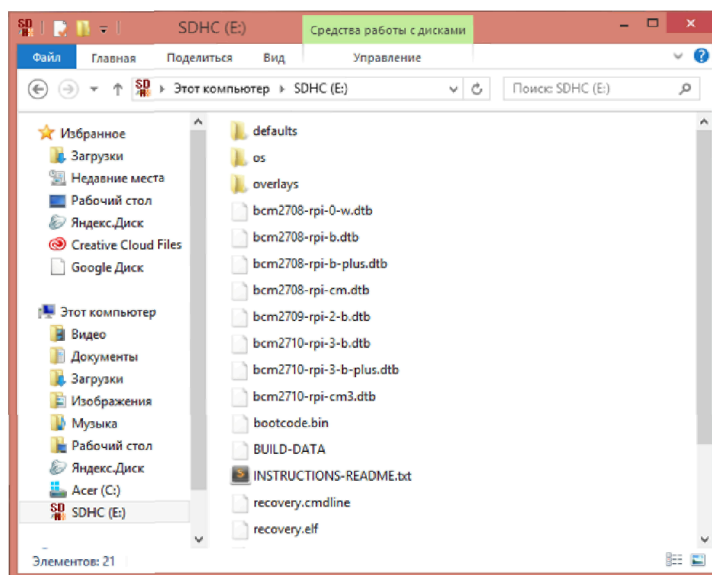


Рис. 4. Вміст карти пам'яті, готової до встановлення у плату

7. Натискаємо «Install» та підтверджуємо запис даних на карту пам'яті.
8. Чекаємо, поки пройде процес встановлення та перезавантаження.
9. У вікні Configuration Tool, що відкрилося, вибираємо опцію «Enable boot to Desktop» та підтверджуємо вибір, тоді інтерфейсом за замовчуванням при завантаженні буде графічне оточення (LXDE). Це налаштування можна змінювати пізніше.

10. Опціонально можна змінити пароль користувача (за умовчанням це «raspberrypi») - в цьому нам допоможе опція «Change user password».

11. Натискаємо «Done» та погоджуємося на перезавантаження.

Далі можна використовувати Raspberry Pi в своїх цілях, як звичайний комп'ютер.

Перший запуск та налагодження мережі.

У випадку включення завантаження в графічному оточенні, з паролем за замовчуванням вхід відбувається автоматично, можливо також буде потрібно введення пароля, якщо ви його змінювали. У випадку використання консольного режиму буде потрібно ввести логін і пароль («pi» і «raspberrypi», відповідно, якщо його не змінювали у процесі установки).

Коли система підключена до мережі, в якій налаштований DHCP-сервер та автоматичне роздавання адреси, додаткових дій не потрібно.

Якщо ж DHCP відсутній, параметри мережі можна налаштувати з консолі.

У першому варіанті можна взагалі вимкнути DHCP клієнта та перейти на стандартний сітковий інтерфейс Debian

Перехід на сітковий інтерфейс Debian із відключенням DHCP

Для цього знаходимо в меню та запускаємо термінал. У терміналі відкриваємо файл настройки мережевих інтерфейсів:

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

У нього потрібно вписати наступні рядки:

```
iface <інтерфейс> inet static address <ip-адрес> netmask <маска  
підмережі > gateway <адрес шлюзу>  
dns-nameservers <адреса DNS-серверів, розділені пробілом >  
auto <інтерфейс>
```

де інтерфейс - мережевий інтерфейс, підключений до Raspberry PI (найчастіше це eth0 - провідна мережа);

ip-адреса - адреса, який потрібно присвоїти нашому комп'ютері, наприклад у діапазоні 192.168.136.128 ... 240;

маска підмережі - маска, наприклад, 255.255.255.0;

адреса шлюзу - ip-адреса комп'ютера, який служить мережі шлюзом, наприклад, 192.168.136.254;

в якості DNS-сервера можна використовувати google-сервер 8.8.8.8, або openDNS - 208.67.222.222

Для виходу зі збереженням потрібно натиснути Ctrl + O, підтвердити збереження натисканням Enter, а потім Ctrl + X, щоб вийти.

Далі слід відключити DHCP клієнта та переключитись на стандартний інтерфейс Debian:

```
sudo systemctl disable dhcpcd  
sudo systemctl enable networking
```

Після зміни файлу потрібно перезавантажити мережеву службу чи всю систему командою

```
sudo reboot
```

Для перевірки правильності налаштування мережі необхідно виконати команду ifconfig.

Для роботи з проксі-сервером потрібно додати відповідні рядки в файли

```
/ etc / environment
```

та

```
/etc/apt/apt.conf.
```

Перший файл відповідає за загальносистемні налаштування проксі, другий - за налаштування для пакетного менеджера apt-get.

В кінець файлу / etc / environment дописуємо:

```
export http_proxy=<http://host:port>
```

У файл /etc/apt/apt.conf потрібно вписати рядок:

```
Acquire::http::proxy <http://host:port>;
```

В даному випадку мережеву службу перезапускати не потрібно. Після цього можна використовувати мережеві функції, зокрема, установку програм за допомогою apt-get.

Запис статичної адреси без відключення DHCP

Проте рекомендується, особливо на початку роботи із Raspberry, у випадку роботи із графічною оболонкою, прописати статичну адресу налаштуваннях IP адреси у конфігурації DHCP у файлі /etc/dhcpd.conf

```
sudo nano /etc/dhcpd.conf
```

та додати у файл наступний опис статичної IP адреси.

```
interface eth0
static routers=192.168.136.254
static domain_name_servers=192.168.136.254
static domain_search=192.168.105.2
noipv6
inform 192.168.136.211
```

Налаштування часової зони

Тепер слід налаштувати часову зону. Запускаємо "Start->Preferences->Raspberry Pi Configuration" (рис. 5 а). У програмі переходимо на вкладку "Localization" та натискаємо кнопку "Set Timezone". У новому вікні (рис. 5 б) обрати Area: Europe і потім Location Kiev. Далі натиснути Ok і ще раз Ok та закрити програму.

Налаштування клавіатури

1. Традиційна проблема для Raspbiana - не працює перемикач розкладки клавіатури. Тому на етапі початкового налаштування при першому включенні системи рекомендується обрати англійську мову у якості мови за замовчуванням. Підключитись до мережі і лише потім, після налаштування додавати інші розкладки.

А. Обираємо розкладку за замовчуванням. У меню Preferences—> Raspberry Pi configuration (рис. 5 а) обираємо закладку Localisation. Натискаємо тепер кнопку Set Locale. І обираємо (рис. 5 в).

Language - en (English)

Country - US (United States)

Character set UTF-8

Натискаємо ОК, ще раз ОК и на запит про перевантаження натискаємо Yes.

Б. Додаємо аплет на Панель задач. Клікаємо правою кнопкою на Панель задач у будь-якому вільному місці.

Обираємо Add/Remove Panel Items.

У новому вікні обираємо кнопку Add та шукаємо у випашому списку Keyboard Layout Handler. Обираємо його та натискаємо Add. Далі натискаємо ОК. В панелі в правому кутку з'явиться прапор США, це і є перемикач.

В. Відкриваємо файловий менеджер і натискаємо Ctrl+N щоб побачити скриті файли. Відкриваємо папку /home/pi/.config -> lxpanel -> LXDE-pi -> panels та відкриваємо файл panel. Шукаємо у самому кінці розділ

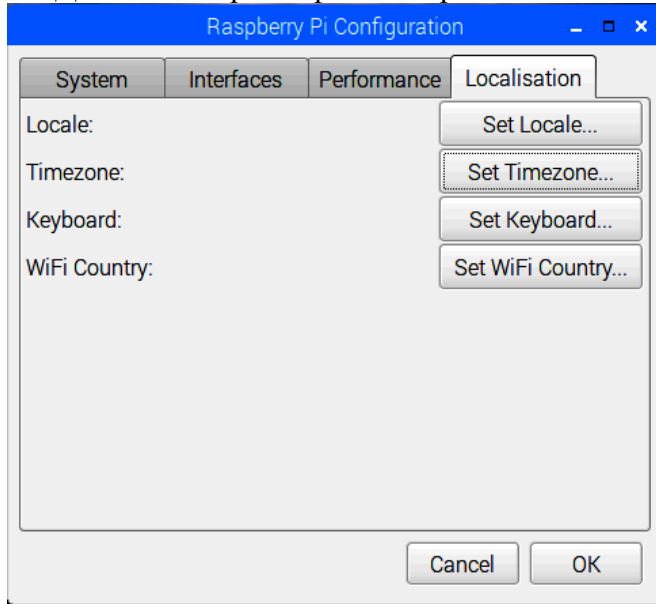
```
Plugin {
    type=xkb
```

Та змінюємо код налаштувань на такий

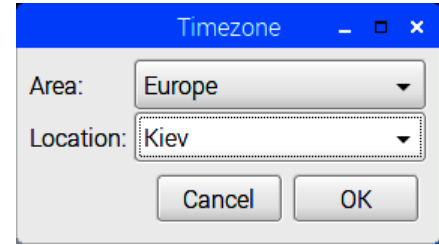
```
Plugin {
    type=xkb
    Config {
        Model=pc105                тип клавіатури
        LayoutsList=us,ua          тип розкладки
        VariantsList=,             варіант розкладки
        ToggleOpt=grp:lctrl_lshift_toggle Shift
        KeepSysLayouts=0          збереження стандартної розкладки
        DisplayType=1             0 - ні
                                   відобразити розкладку
                                   0 - значками, 1 - символами
    }
}
```


}

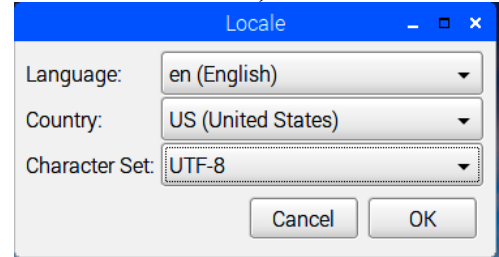
Далі слід зберегти файл і перезавантажитись.



а)



б)



в)

Рис. 5. Вікно програми із налаштуваннями локалізації

Робота з портами

Для простого вводу-виводу даних можна використовувати інтерфейс GPIO. GPIO (General Purpose Input Output) - це низькорівневий інтерфейс вводу-виводу прямого управління, для цього на платі Raspberry Pi 3 присутній 40 контактний роз'єм GPIO. Через котрий Raspberry може приймати та отримувати сигнали стану логічного 0 та 1. Так як інтерфейс низькорівневий, обмінюватися сигналами Raspberry може з будь-якими іншими пристроями - від світлодіоду до складних цифрових приладів та датчиків. Схема розташування та призначення виводів приведені на рис. 6.

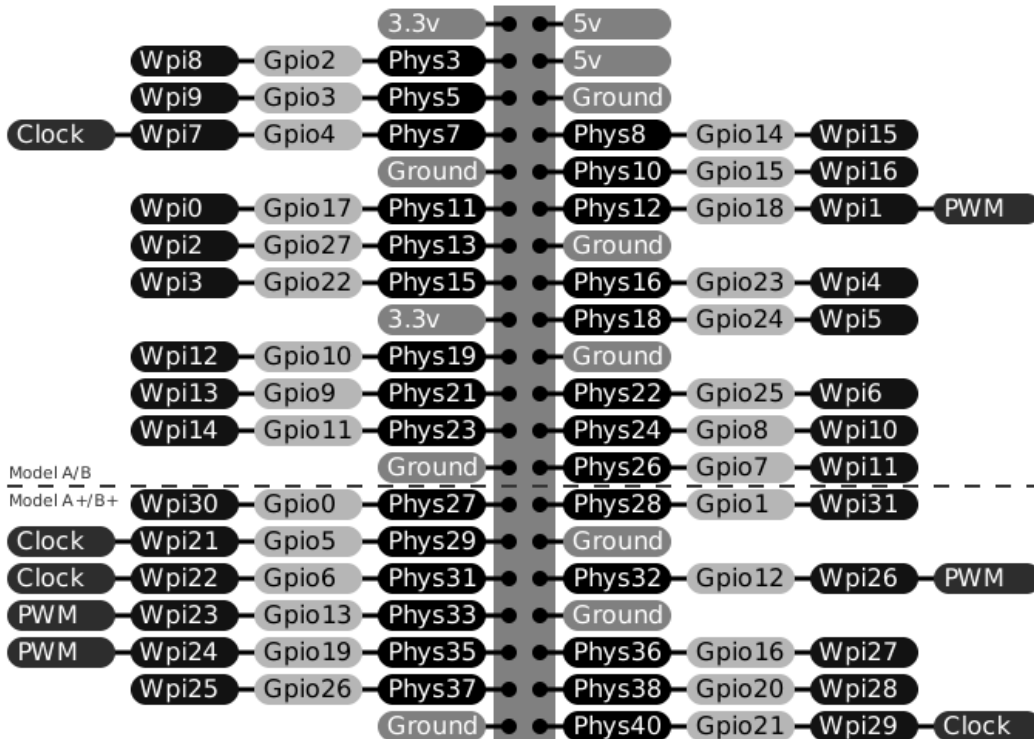


Рис. 6. Контакти GPIO

Як видно із рисунку, деякі сигнали крім стандартного простого вводу-виводу можуть виконувати свою роль, котру назвають альтернативною функцією контакта. Крім того як видно,

на контакти роз'єма виведені також сигнали деяких поширених цифрових інтерфейсів, а також напруги живлення та заземлення. Всі контакти GPIO підведені безпосередньо у схему, а сигнали GPIO заведені напряду у процесор, тому слід бути уважним і не допускати перевантаження сигналів чи подачі на лінії сторонніх напруг більше 3.3 В чи менше 0 В.

Сигнали GPIO підтримують режими: низькорівневе вводу; низькорівневого виводу та 6 спеціальних режимів роботи. Також деякі сигнали GPIO можна використовувати для відправки переривань на процесор.

Організація радіопередавача за допомогою виходу GPIO

Так як швидкодія процесора досить велика прямої роботи із сигналами GPIO достатньо для організації, наприклад, радіопередавача у FM діапазоні за допомогою простого виходу GPIO.

Для створення сигналів на певній частоті, можна використовувати вбудований тактовий генератор Raspberry Pi. Використовуючи пристрій / dev / mem, сигнали подаються на вихід GPIO 4 (7-й пін).

Для того, щоб радіус поширення сигналу був досить великим (від 10 до 50 метрів) - потрібно використовувати антену. Довжини самого піна досить для поширення сигналу приблизно на 10 см від пристрою. В якості антени можна використовувати будь-який провідник, приєднаний до виходу GPIO 4. Оптимальна довжина проводу при цьому - близько 20 см, що пов'язано з довжиною хвилі FM-діапазону. При приєднанні проводів без спеціального контакту важливо стежити за тим, щоб не замкнути сусідні виходи.

Для створення передавача ми будемо використовувати готову програму. Вона написана на C++ та може відтворювати незакодований wav-файли на всіх частотах FM-діапазону.

Код програми знаходиться в github-репозиторії за адресою:

https://github.com/markondej/fm_transmitter

Разом з кодом надається тестовий файл star_wars.wav Перед складанням і запуском необхідно переконатися, що в системі встановлені пакети gcc, g++, make Якщо немає, встановити їх:

Для запуску програми, потрібно перейти в каталог з кодом і зібрати його, виконавши наступну команду:

make

Тепер можна використовувати програму:

sudo ./fm_transmitter acoustic_guitar_duet.wav

За замовчуванням передавач працює на частоті 100 МГц. Ми можемо це змінити, задавши другим параметром необхідну частоту:

sudo ./fm_transmitter -f 101.8 acoustic_guitar_duet.wav

Завдання на лабораторну роботу

1.1 Виконати установку і базове налаштування Raspbian GNU/Linux на Raspberry Pi.

1.2 Налаштувати з'єднання з мережею Raspberry Pi.

1.3 Завантажити та зібрати програму fmtransmitter на Raspberry Pi.

1.4 Відтворити wav файл на частотах 100 МГц, 120 МГц і 108 МГц (для перевірки роботи можна використовувати мобільний телефон з навушниками).

1.5 Скласти звіт по проведеній роботі.

1.6 Відповісти на контрольні запитання

Контрольні запитання

1. Що таке Raspberry Pi та чому її варто використовувати?

2. Які можливості надає Raspberry Pi?

3. Наведіть технічні характеристики Raspberry Pi.

4. Наведіть схему пристрою Raspberry Pi.

5. Перелічіть ОС, що підтримуються Raspberry Pi.

6. Які існують способи встановлення ОС на Raspberry Pi?

7. Як виконується встановлення Raspbian GNU/Linux?

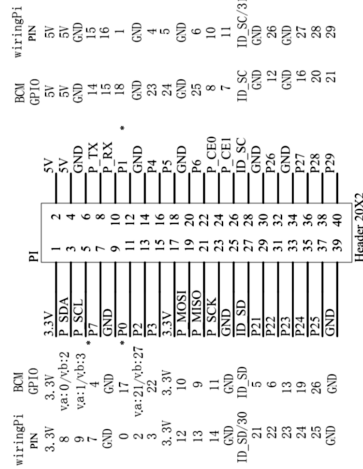
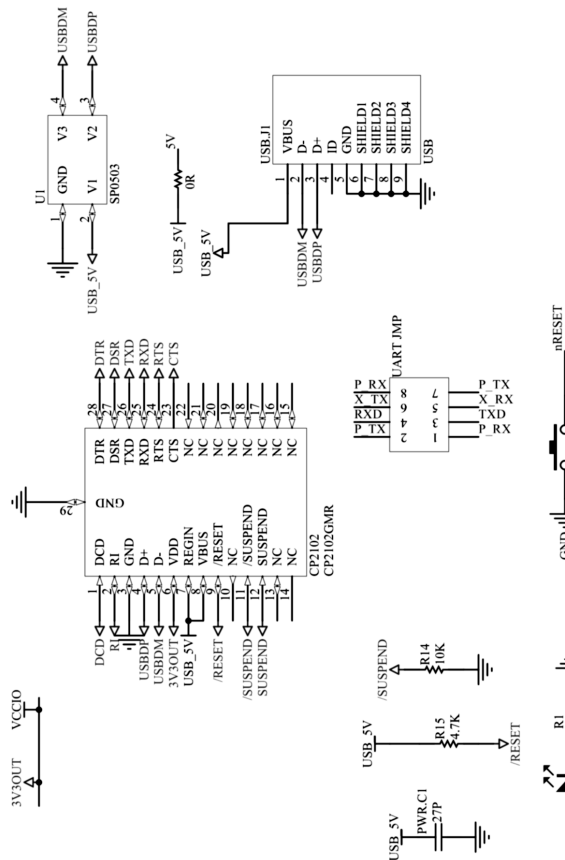
8. Що потрібно для роботи з Raspberry Pi?

9. Яким чином виконується налагодження мережі у Raspberry Pi?
10. Що таке GPIO та яким чином можна нею керувати?
11. Які режими підтримує GPIO ?
12. Яким чином можна виконати організацію радіопередавача за допомогою виходу GPIO?
13. Як виконується завантаження та збірка програми fmtransmitter на Raspberry Pi?
14. Як можна поліпшити функціональність програми радіо?

Література

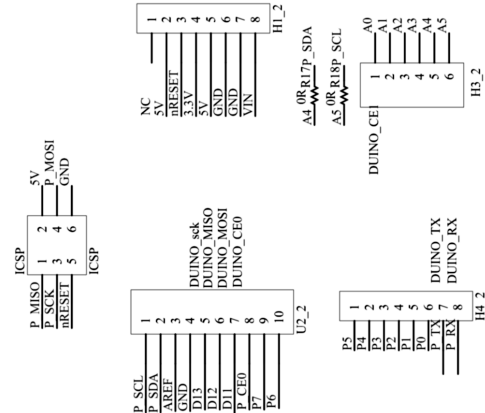
1. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. -СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 544 с.
2. Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. -СПб.: БХВ-Петербург, 2016.-464 с.
3. Петин В.А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi.Практическое руководство. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. -240 с.
4. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino - СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 464 с.

USB TO USART0

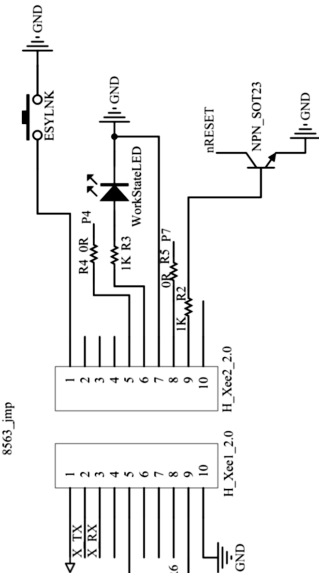


Raspberry Pi

Ar dui no

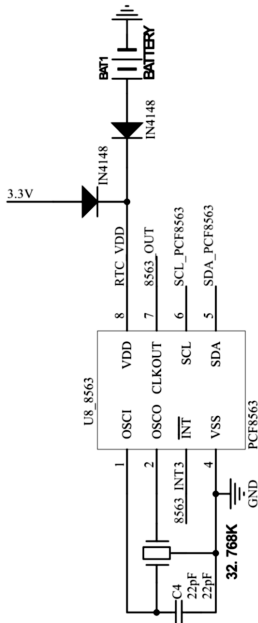
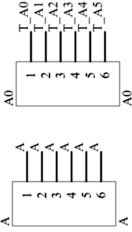
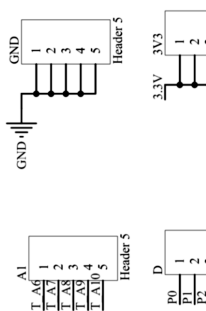
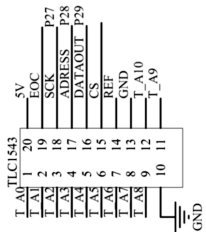


XBee

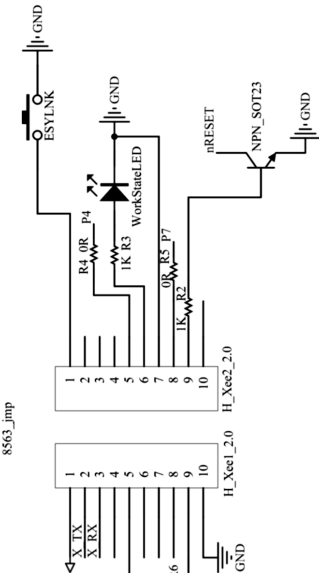
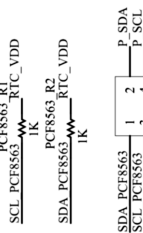


Додаток 1. Схема Waveshare ARPI600

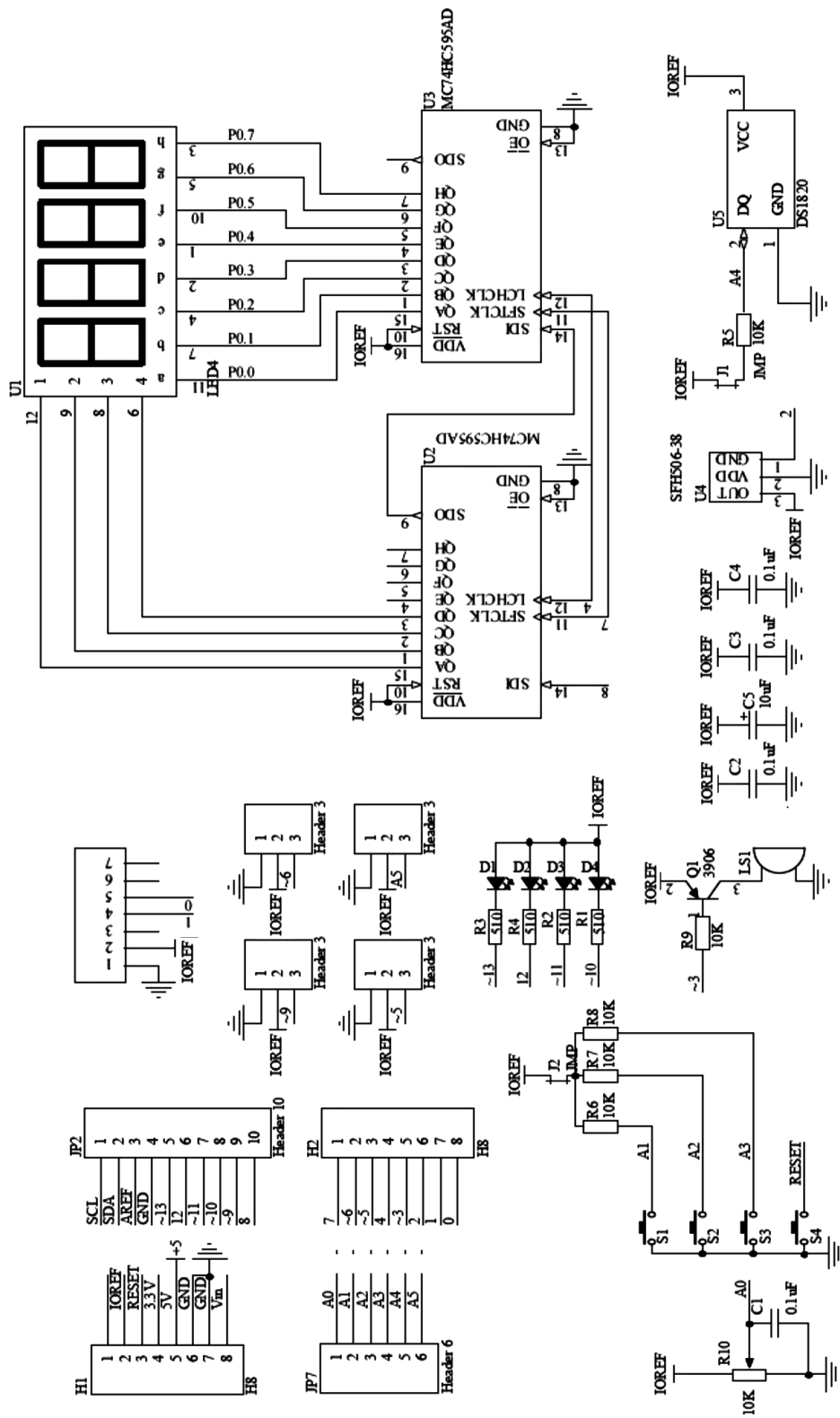
TLC1543



PCF8563



Додаток 2. Схема Multifunction Shield



Зміст

Тема роботи	3
Мета роботи	3
Технічні характеристики Raspberry Pi	3
Операційні системи, що підтримуються системою	3
Плата розширення ARPI600	4
Плата Multifunction Shield	5
Встановлення Raspbian GNU/Linux	6
Перший запуск та налагодження мережі	7
Перехід на сітковий інтерфейс Debian із відключенням DHCP	7
Запис статичної адреси без відключення DHCP	8
Налаштування часової зони	8
Налаштування клавіатури	8
Робота з портами	9
Організація радіопередавача за допомогою виходу GPIO	10
Завдання на лабораторну роботу	10
Контрольні запитання	10
Література	11
Додаток 1. Схема Waveshare ARPI600	12
Додаток 2. Схема Multifunction Shield	13