

Лабораторна робота №5

Мембранні клавіатури

Мета: дослідити способи взаємодії з мембранними клавіатурами.

Теоретичні відомості

Мембранна клавіатура — це тип клавіатурного пристрою введення, який використовує тонкі, гнучкі шари (мембрани) для розміщення контактів, що замикаються при натисканні. Такий тип клавіатур широко використовується в електроніці завдяки своїй простоті, низькій вартості виробництва, пилонепроникності та довговічності.

Мембранна клавіатура складається з кількох основних шарів:

1. **Верхній шар (графічна панель)** — це зовнішній шар, на якому надруковані символи клавіш. Він виготовляється з поліестеру або іншого гнучкого матеріалу і виконує декоративну та інформативну функцію.
2. **Верхня мембрана з провідними доріжками** — під графічною панеллю розташовується шар з нанесеними провідниками, що утворюють одну частину контактної пари. У місцях клавіш є гнучкі куполи або виїмки, які при натисканні замикають контакти.
3. **Проміжний ізоляційний шар** — тонка пластина з отворами у місцях клавіш. Вона виконує функцію розділення між провідними шарами, запобігаючи випадковому замиканню без натискання.
4. **Нижня мембрана з провідними доріжками** — цей шар містить другу частину контактної пари. Коли клавішу натискають, верхня провідна доріжка через отвір в ізоляційному шарі замикається з нижньою доріжкою, утворюючи електричний контакт.
5. **Основний несучий шар (зазвичай ПВХ або жорсткий поліестер)** — слугує жорсткою основою всієї клавіатури і може містити друковану плату або конектори для підключення.

Принцип дії мембранної клавіатури базується на механізмі замикання електричного кола. При натисканні клавіші, верхній провідний шар притискається до нижнього через отвір у ізоляційному шарі. У результаті відбувається електричне замикання, яке реєструється мікроконтролером або іншим пристроєм, що обробляє натискання.

Коли користувач відпускає клавішу, еластичність матеріалу мембран повертає її у вихідне положення, розмикаючи контакт.

Типи мембранних клавіатур

Плоскі (без зворотного зв'язку) — клавіші не мають тактильного відгуку. Такі клавіатури використовуються у приладах, де не потрібна часта взаємодія.

1. **З тактильним відгуком (із куполами)** — містять еластичні гумові куполи, які створюють відчутний "клік" при натисканні. Це поширений варіант для побутової електроніки та комп'ютерних клавіатур.
2. **З підсвічуванням** — мають вбудоване світлодіодне або EL-підсвічування для роботи в умовах низької освітленості.

До переваг належать

1. **Низька вартість** — виробництво мембранних клавіатур є дешевшим, ніж механічних.
2. **Тонкий профіль** — за рахунок гнучких матеріалів можливо виготовляти клавіатури товщиною менше 1 мм.

3. **Герметичність** — захищені від пилу, вологи та інших забруднень, що дозволяє використовувати їх у складних умовах.
4. **Низький рівень шуму** — клавіші працюють майже безшумно.
5. **Довговічність** — не мають металевих або механічних рухомих частин, які можуть зношуватись.

Недоліки

- **Обмежений тактильний відгук** — користувачу складно відчутти момент активації клавіші, особливо у плоских варіантах.
- **Менша довговічність у порівнянні з механічними клавіатурами** — контактні доріжки можуть стиратись з часом.
- **Потреба в повному натисканні** — щоб спрацював контакт, потрібно натискати клавішу повністю донизу, що уповільнює набір.

Мембранні клавіатури широко застосовуються в наступних галузях:

- **Побутова техніка** — мікрохвильові печі, пральні машини, кондиціонери.
- **Медичне обладнання** — апарати, де важлива стерильність і легкість дезінфекції.
- **Промислова автоматика** — панелі керування, де потрібна пилонепроникність.
- **Комп'ютерна периферія** — дешеві моделі клавіатур для ПК.
- **Мікроконтролерні системи** — використання у проектах Arduino, STM32, AVR тощо.

Мембранна клавіатура зазвичай реалізується у вигляді **матричної клавіатури**, де кнопки розташовані на перетині рядків і стовпців. Наприклад, у клавіатурі 4×3 використовується 4 вхідних і 3 вихідних лінії, що дозволяє зчитувати до 12 клавіш ($4 \times 3 = 12$) за допомогою опитування.

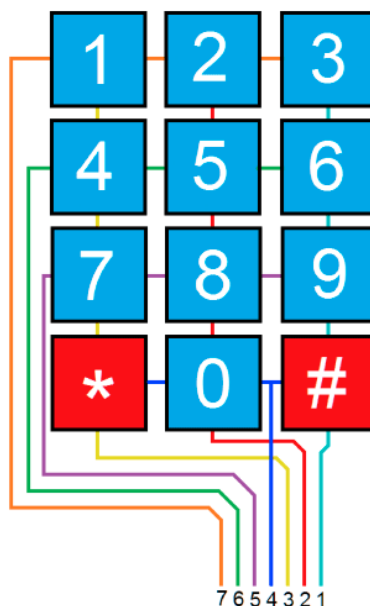


Рис.5.1 – Схема мембрани.

Опитування здійснюється шляхом поетапного встановлення низького рівня на одну колонку, після чого зчитується стан кожного рядка. При виявленні замкнутого контакту визначаються координати клавіші за номером рядка і колонки.

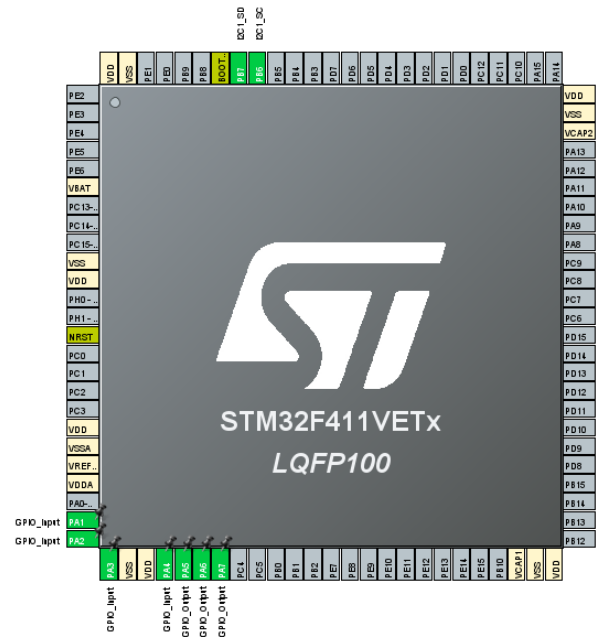
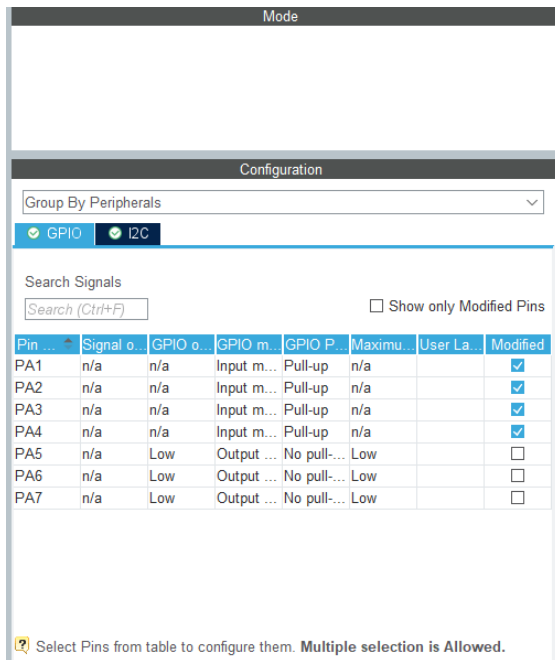
У мікроконтролерних системах зчитування натиснень реалізується через:

У багатьох мікроконтролерах реалізовані спеціальні бібліотеки або драйвери для полегшення роботи з мембранними клавіатурами.

Хід виконання роботи

5.1. Налаштувати файл конфігурації контролера:

5.1.1. Визначити доступні піни відповідно до документації.



- 5.1.2.** Налаштувати ці піни PA1-4 режим input mode з підтягуванням Pull-up, а PA5-7 в режим output mode.

- ### 5.1.3. Здійснити підключення мембранної клавіатури до мікроконтролера.

- #### 5.1.4. Підключити LCD дисплей за протоколом I2C (як в попередній роботі)

5.2. Перевірити правильність підключення та налаштування за допомогою коду:

5.2.1. Ініціалізація масиву символів які є на клавіатурі.

```
/* USER CODE BEGIN 0 */
```

```
char keypad[4][3] = {
    {'1','2','3'},
    {'4','5','6'},
    {'7','8','9'},
    {'*','0','#'}
};
```

```
uint16_t row_pins[4] = { GPIO_PIN_1, GPIO_PIN_2, GPIO_PIN_3, GPIO_PIN_4 };
uint16_t col_pins[3] = { GPIO_PIN_5, GPIO_PIN_6, GPIO_PIN_7 };
```

```
/* USER CODE END 0 */
```

5.2.2. Імплементувати функцію читання з клавіатури.

```
char read_keypad() {
    for (int col = 0; col < 3; col++) {
        // Усі колонки високі
    }
}
```

```

    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, col_pins[i], GPIO_PIN_SET);
    }

    // Активуємо одну колонку
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, col_pins[col], GPIO_PIN_RESET);

    // Читаємо рядки
    for (int row = 0; row < 4; row++) {
        if (HAL_GPIO_ReadPin(GPIOA, row_pins[row]) == GPIO_PIN_RESET) {

            return keypad[row][col];
        }
    }
}
return 0;
}

```

5.2.3. В головній функції main реалізувати вивід на LCD дисплей відповідного символу після натискання:

```

int main(void)
{
    HAL_Init();
    SystemClock_Config();
    MX_GPIO_Init();
    MX_I2C1_Init();

    HD44780_Init(2);
    HD44780_Clear();
    HD44780_SetCursor(0, 0);
    HD44780_PrintStr("Press key:");

    while (1)
    {
        char key = read_keypad();
        if (key) {
            HD44780_Clear();
            HD44780_PrintStr("You pressed:");
            HD44780_SetCursor(0, 1);
            char key_str[2] = { key, '\0' };
            HD44780_PrintStr(key_str);
        }
    }
}

```

Індивідуальні завдання

1. Реалізувати систему «Цифровий замок». При першому запуску буде запропоновано ввести 4х значний код який буде кодом безпеки. При введенні код відображається. Збереження відбувається за допомогою клавіші «#». Після чого система переходить в режим блокування. І на екрані висвічується «Access denied». Знизу під статусом горять «_ _ _ _». Користувач може ввести з клавіатури цифри окрім «*», «#». Після введення цифр «_ _ _ _» на LCD дисплеї замінюється на «*». Як усі цифри введено користувач може натиснути «#» та його введений код буде перевірений на правильність. Якщо код правильний то на екрані буде «Access allowed», в іншому випадку надпис «Access denied» лишається і введений код скидується до «_ _ _ _». Натискання «*» видалить останню введену цифру. Код доступу можна змінити лише тоді, коли попередній був введений правильно, тобто на LCD дисплеї загорілось «Access allowed», після утримання «#» 5 секунд повинно висвітитись надпис

«New code» і користувач введе новий код. При натисканні «*» система повернеться в блокуючий режим.

Контрольні запитання

1. Які переваги використання мембранної клавіатури в мікроконтролерних системах?
2. Яка роль «рядків» і «стовпців» у клавіатурі?
3. Як визначити, яка саме кнопка натиснута?
4. Як зменшити кількість портів МК для підключення клавіатури?
5. Що таке мембранна клавіатура?