

Лабораторная работа №3

Изучение принципов работы с семисегментным индикатором и матричной клавиатурой на базе микроконтроллера

Цели работы:

- 1) изучить основные принципы работы с матричной клавиатурой 4x3 и семисегментным индикатором;
- 2) научиться разрабатывать алгоритмы управления устройствами индикации с использованием матричной клавиатуры на примере семисегментного индикатора на базе микроконтроллера;
- 3) выполнить моделирование разработанной программы в САПР Proteus.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Микросхема MAX7219

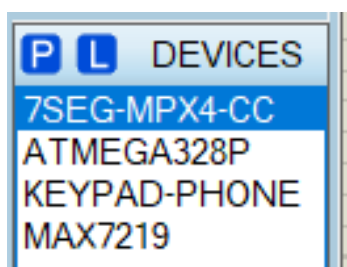
Микросхема MAX7219 – это драйвер для светодиодной индикации. Используется для управления семисегментными и матричными индикаторами.

Драйвер MAX7219 управляется по трехпроводной последовательной шине Microwire (3-Wire). Драйвер допускает каскадирование для управления большим числом индикаторов (до восьми семисегментных индикатора с точкой, либо отдельно 64 светодиода в LED матрицах 8x8 с общим катодом). Каждый из разрядов индикатора имеет независимую адресацию и его содержимое может быть обновлено без необходимости перезаписи всего индикатора. MAX7219 также позволяет пользователю определять режим декодирования каждого разряда. Кроме того, драйвер MAX7219 имеет спящий режим с запоминанием информации, аналоговое и цифровое управление яркостью подключенных индикаторов и тестовый режим, включающий все LED сегменты. *Даташит данной микросхемы:* <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7219-MAX7221.pdf>

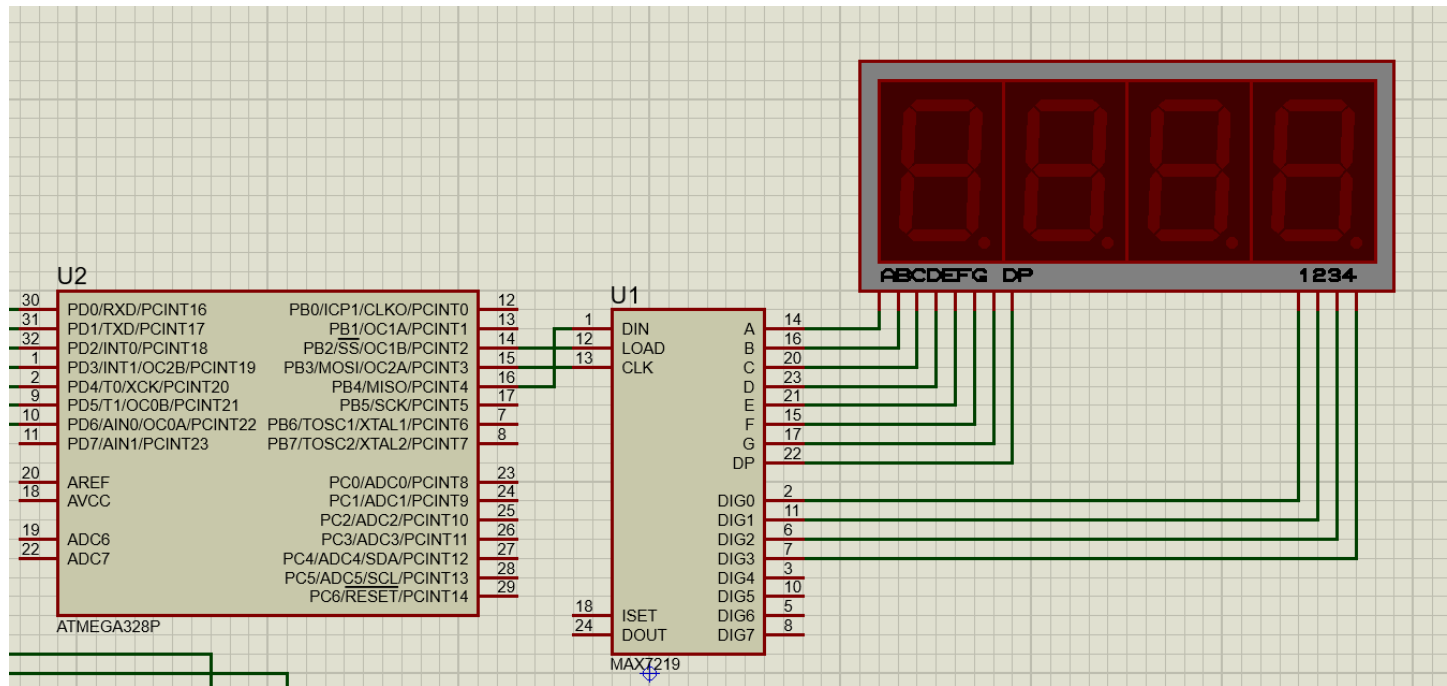
1.2 Схема подключения матричной клавиатуры и семисегментного индикатора к ATmega328 в Proteus

Для того чтобы собрать данную схему, понадобятся следующие компоненты:

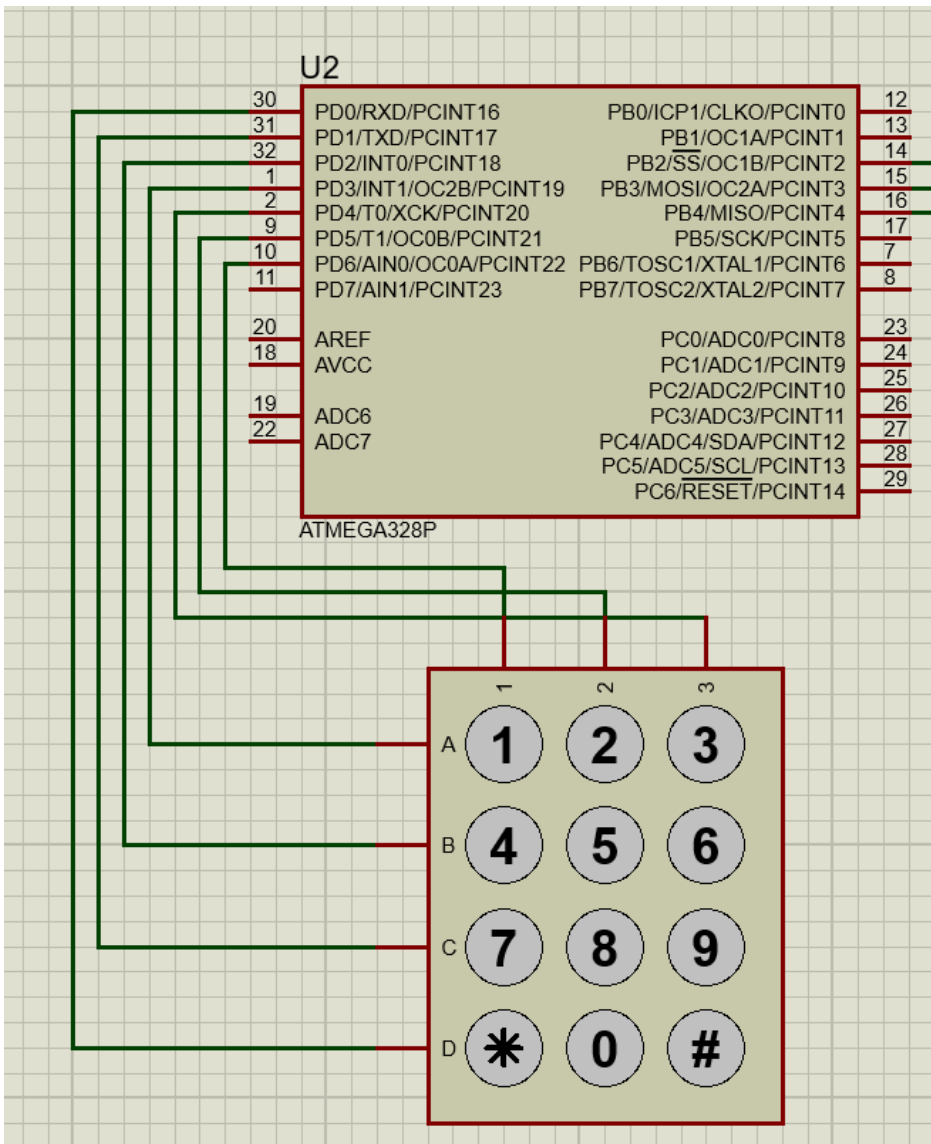
- 1) ATmega328
- 2) MAX7219
- 3) 7SEG-MPX4-CC
- 4) KEYPAD-PHONE



Подключение драйвера MAX7219 к ATmega328 осуществляется через выводы SS, MOSI и MISO. Типовая схема подключения семисегментного индикатора к ATmega328 приведена на следующем изображении:

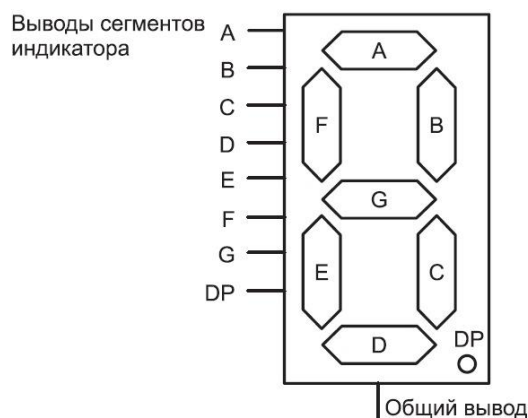


Матричная клавиатура 4x3 подключается к любым семи цифровым выводам ATmega328. Пример подключения показан на следующем рисунке:

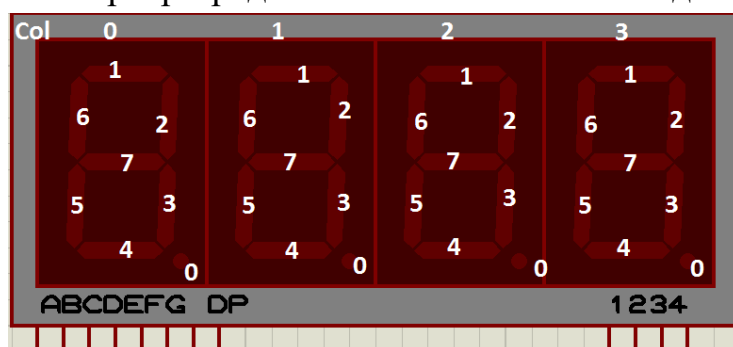


1.3 Механизм работы с семисегментным индикатором

Светодиодный семисегментный индикатор представляет собой группу светодиодов, расположенных в определенном порядке и объединенных конструктивно. Светодиодные контакты промаркированы метками от а до g (и дополнительно dp – для отображения десятичной точки), и один общий вывод, который определяет тип подключения индикатора (схема с общим анодом ОА, или общим катодом ОК). Зажигая одновременно несколько светодиодов, можно формировать на индикаторе символы цифр. Схема одноразрядного семисегментного индикатора показана на следующем рисунке.



Ниже приведена схема четырёхразрядного семисегментного индикатора:



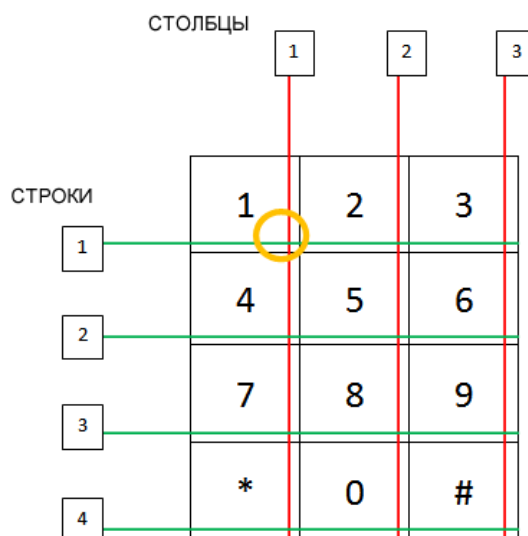
Каждый сегмент в модуле индикатора мультиплексирован, то есть он разделяет одну анодную/катодную точку соединения с другими сегментами своего разряда. И каждый из четырех разрядов в модуле имеет собственную точку подключения с общим катодом/анодом. Это позволяет каждую цифру включать или выключать независимо. Кроме того, такой метод мультиплексирования позволяет микроконтроллеру использовать только одиннадцать или двенадцать выводов вместо тридцати двух (при подключении напрямую к МК).

1.4 Механизм работы с матричной клавиатурой

Клавиатуры позволяют пользователям вводить данные во время выполнения программы. Она часто требуется для обеспечения ввода данных в систему на ATmega328, и матричные клавиатуры являются экономичным решением для многих приложений. Они довольно тонкие и могут быть легко установлены везде, где они необходимы. Клавиатура 4x3 имеет три столбца и четыре строки. Нажатие кнопки замыкает вывод одной из строк с выводом одного из столбцов. Из этой информации ATmega328 может определить, какая кнопка была нажата. Например, когда нажата

кнопка 1, замкнуты столбец 1 и строка 1. ATmega328 определит это и введет в программу 1.

На рисунке ниже показано, как внутри клавиатуры расположены строки и столбцы.



Уроки по работе с кнопками и светодиодами и микроконтроллером ATmega328 можно найти на следующих ресурсах:

- 1) <https://narodstream.ru/avr-urok-8-semisegmentnyj-indikator-staticeskaya-indikaciya/> (работа с семисегментным индикатором: описание + видеоурок)
- 2) <https://narodstream.ru/avr-urok-28-spi-drajver-led-max7219/> (работа с микросхемой MAX7219: описание + видеоурок)
- 3) <https://narodstream.ru/avr-urok-11-dinamicheskaya-indikaciya-chast-1/>
<https://narodstream.ru/avr-urok-11-dinamicheskaya-indikaciya-chast-2/> (динамическая индикация: описание + видеоурок)
- 4) <https://avrlab.com/node/85> (работа с клавиатурой: описание + видеоурок)

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Задание на лабораторную работу

В данной лабораторной работе необходимо при помощи примитивов микроконтроллера ATmega328, микросхемы MAX7219, семисегментного индикатора и матричной клавиатуры разработать и промоделировать устройство в САПР Proteus согласно индивидуальному варианту:

Вариант	Задание
1	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши, декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код «8421» и выводящую это значение на семисегментный индикатор.
2	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши, декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код «5421» и выводящую это значение на семисегментный индикатор.
3	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши,

	декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код « 2421 » и выводящую это значение на семисегментный индикатор.
4	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши, декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код Грея и выводящую это значение на семисегментный индикатор.
5	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши, декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код Джонсона и выводящую это значение на семисегментный индикатор.
6	Используя 4-х разрядный семисегментный индикатор и матричную клавиатуру, реализовать схему, считывающую код нажатой клавиши, декодирующую её в 4-х разрядный двоичный код « 2 из 5 » и выводящую это значение на семисегментный индикатор.

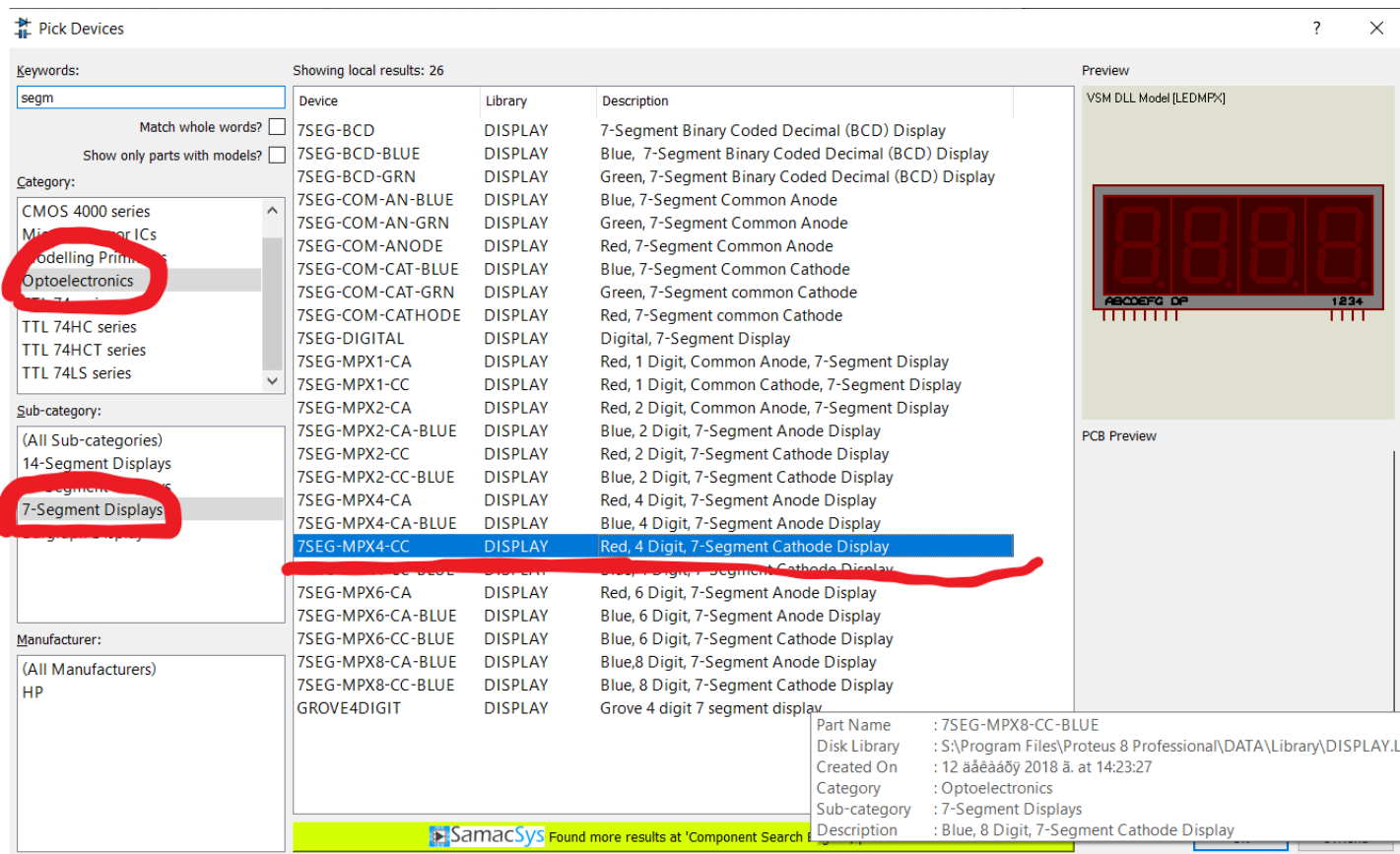
2.2 Ход лабораторной работы

В ходе выполнения лабораторной работы должны быть выполнены следующие этапы:

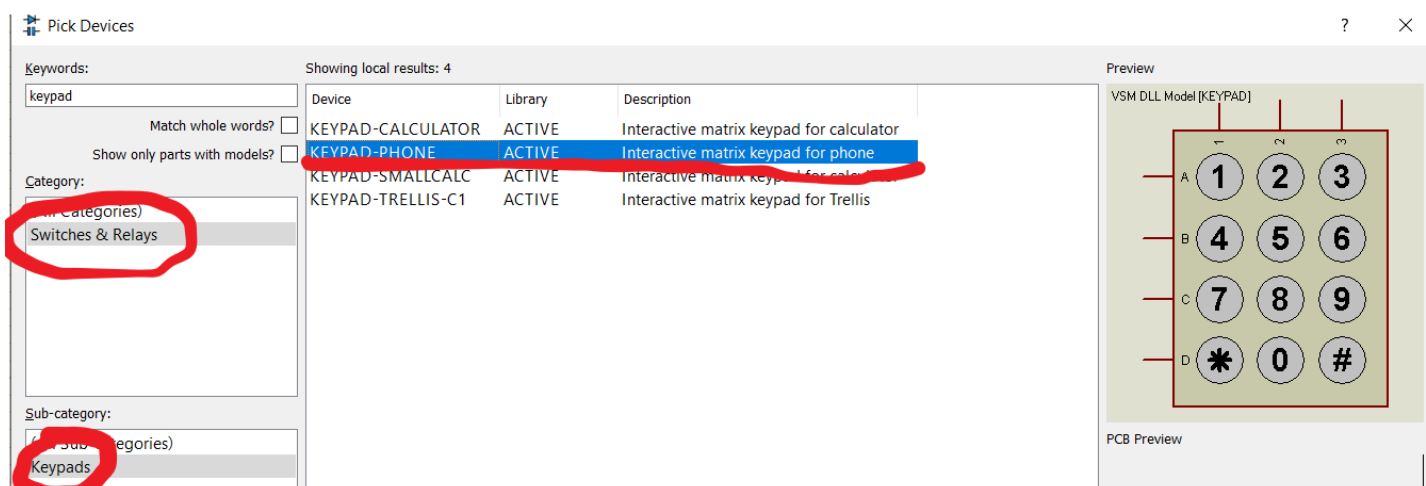
- 1) Разработка и отладка программы алгоритма работы устройства на языке C для микроконтроллера ATmega328 в соответствии с индивидуальным вариантом в Atmel Studio;
- 2) Разработка схемы устройства в Proteus на базе микроконтроллера ATmega328;
- 3) Прошивка микроконтроллера ATmega328 в Proteus (файл с расширением . *hex*);
- 4) Моделирование алгоритма работы устройства в Proteus.

В рамках данной лабораторной работы рекомендуется использовать базовые примитивы матричной клавиатуры, 4-х разрядный семисегментный индикатор с общим катодом, а также микросхема MAX7219. В среде моделирования Proteus Design Suite данные примитивы можно найти во встроенной библиотеке компонентов.

Примитивы 4-х разрядных семисегментных индикаторов находятся в категории «Optoelectronics», подкатегории «7-segment displays» и называются **7SEG-MPX4-***, где вместо «*» указывается цвет (blue, red, green).



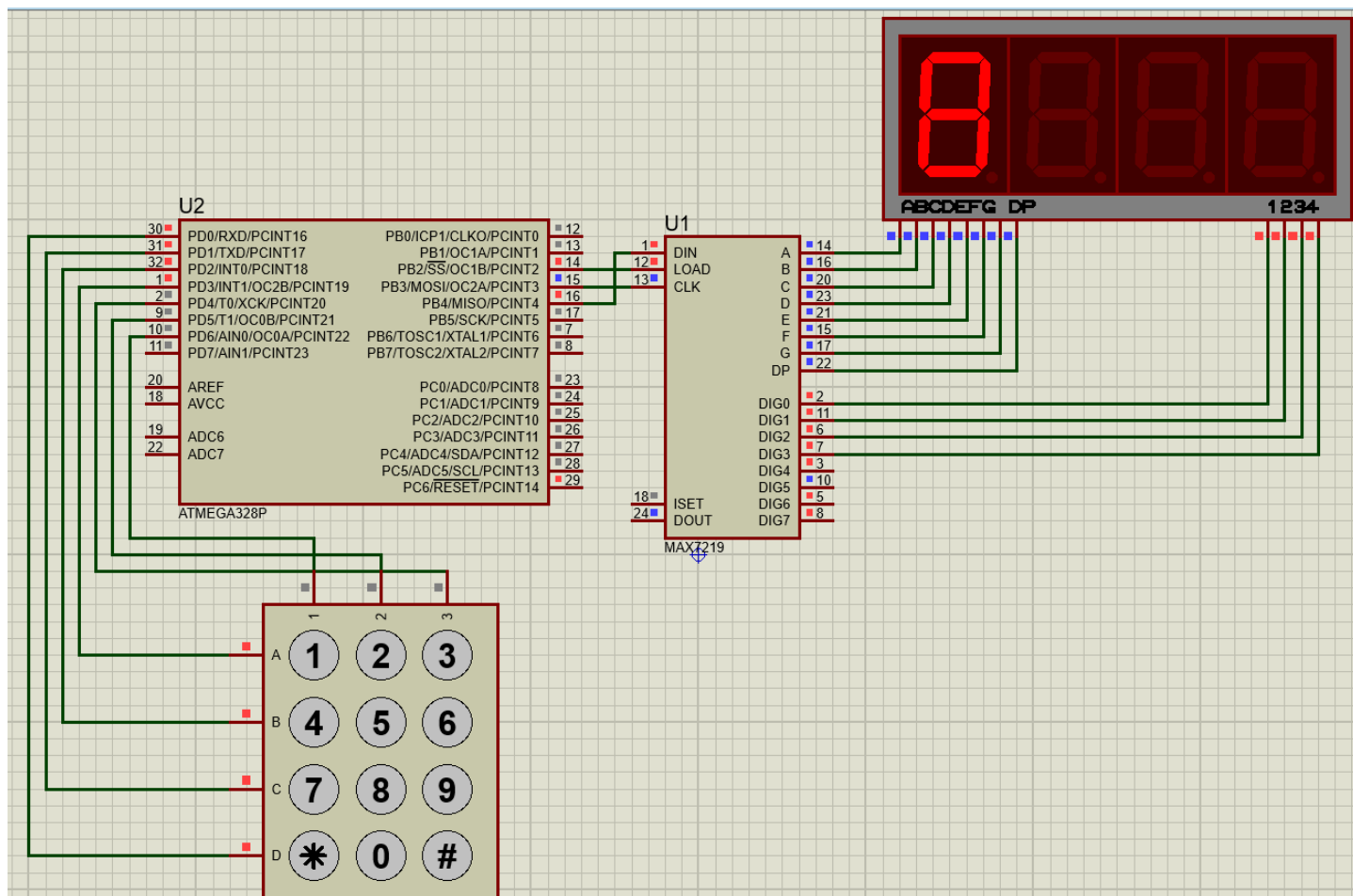
Клавиатура находится в категории «Switches & Relays», подкатегории «Keypads». Рекомендуется использовать примитив «**KEYPAD-PHONE**».



2.3 Пример работы

В папке с заданием находится тестовая программа и схема (на базе **Arduino Uno**). В программе считывается нажатая клавиша и её код выводится в первый столбец семисегментного индикатора. По нажатию на клавишу «#» индикатор очищается (см. рисунок ниже). Программа написана в среде Arduino IDE под платформу Arduino Uno, которая построена на базе МК ATmega328.

Схема устройства имеет следующий вид:



3 Результаты выполнения лабораторной работы

В результате выполнения данной лабораторной работы необходимо составить отчёт, содержащий следующие пункты:

- 1) Титульный лист
- 2) Цель лабораторной работы
- 3) Индивидуальное задание
- 4) Ход выполнения лабораторной работы (листинг программы)
- 5) Результаты выполнения лабораторной работы (скриншоты)
- 6) Выводы