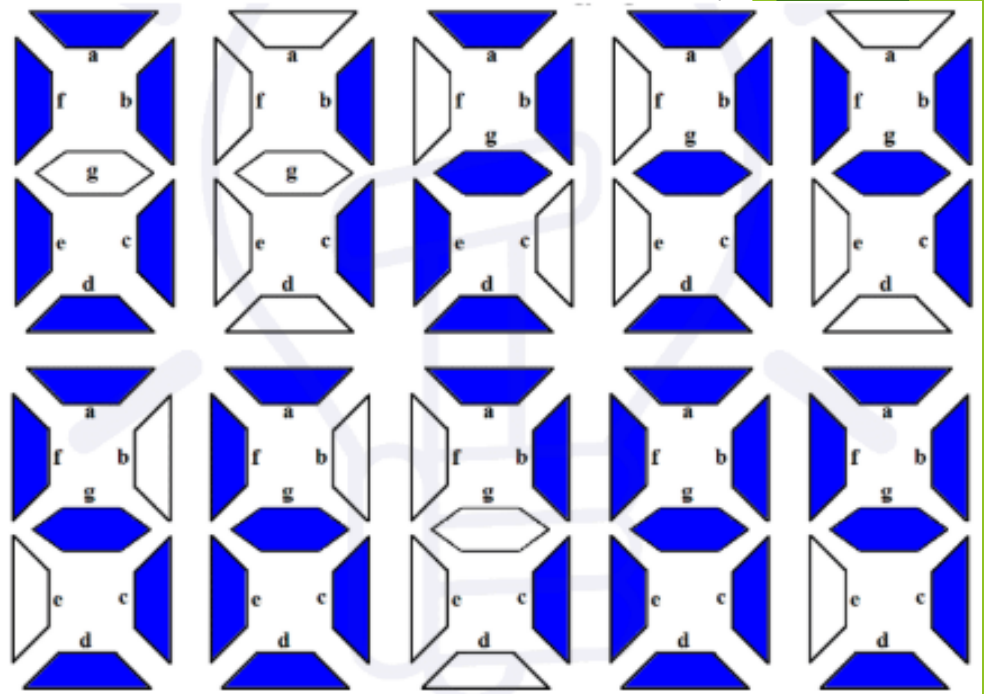
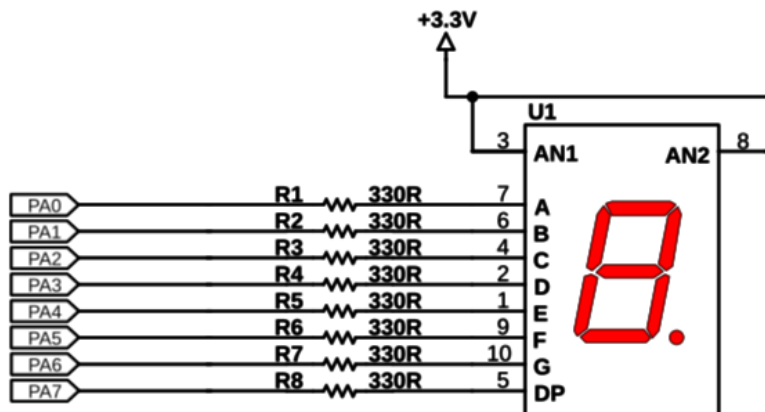
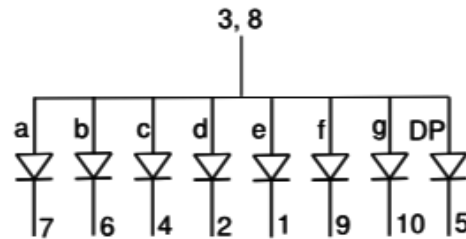
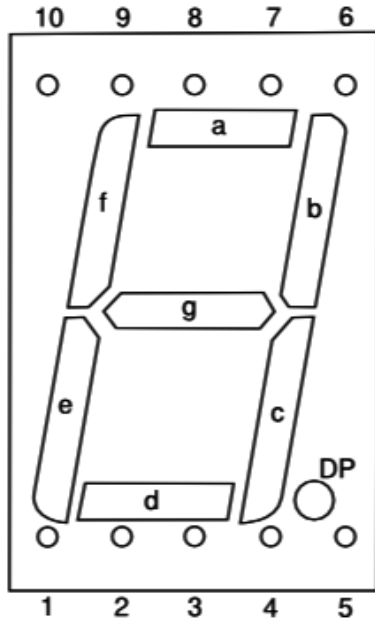


LED displej

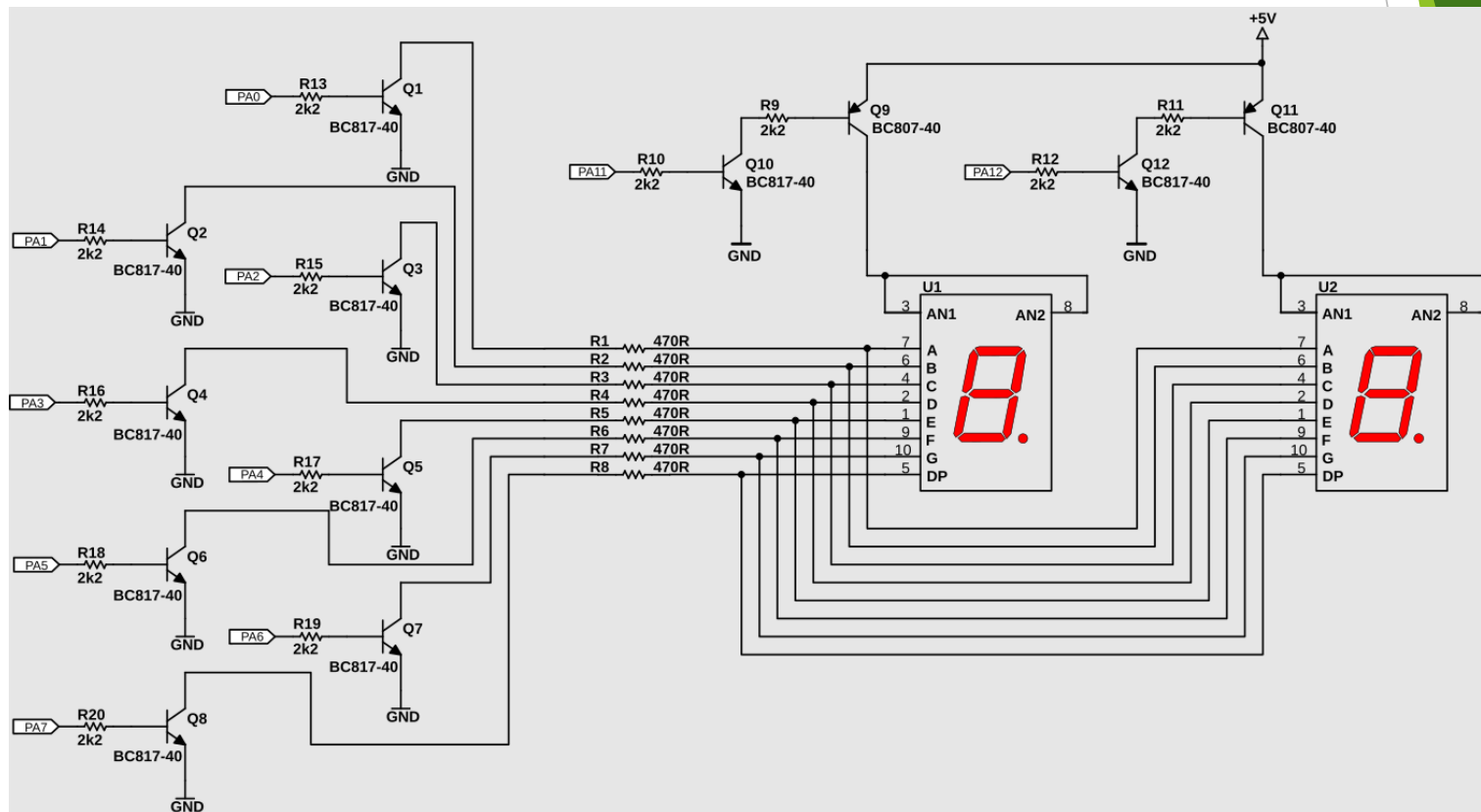
4x 7-segmentový displej se společnou anodou - s
multiplexním řízením

Jak to funguje - 1 digit



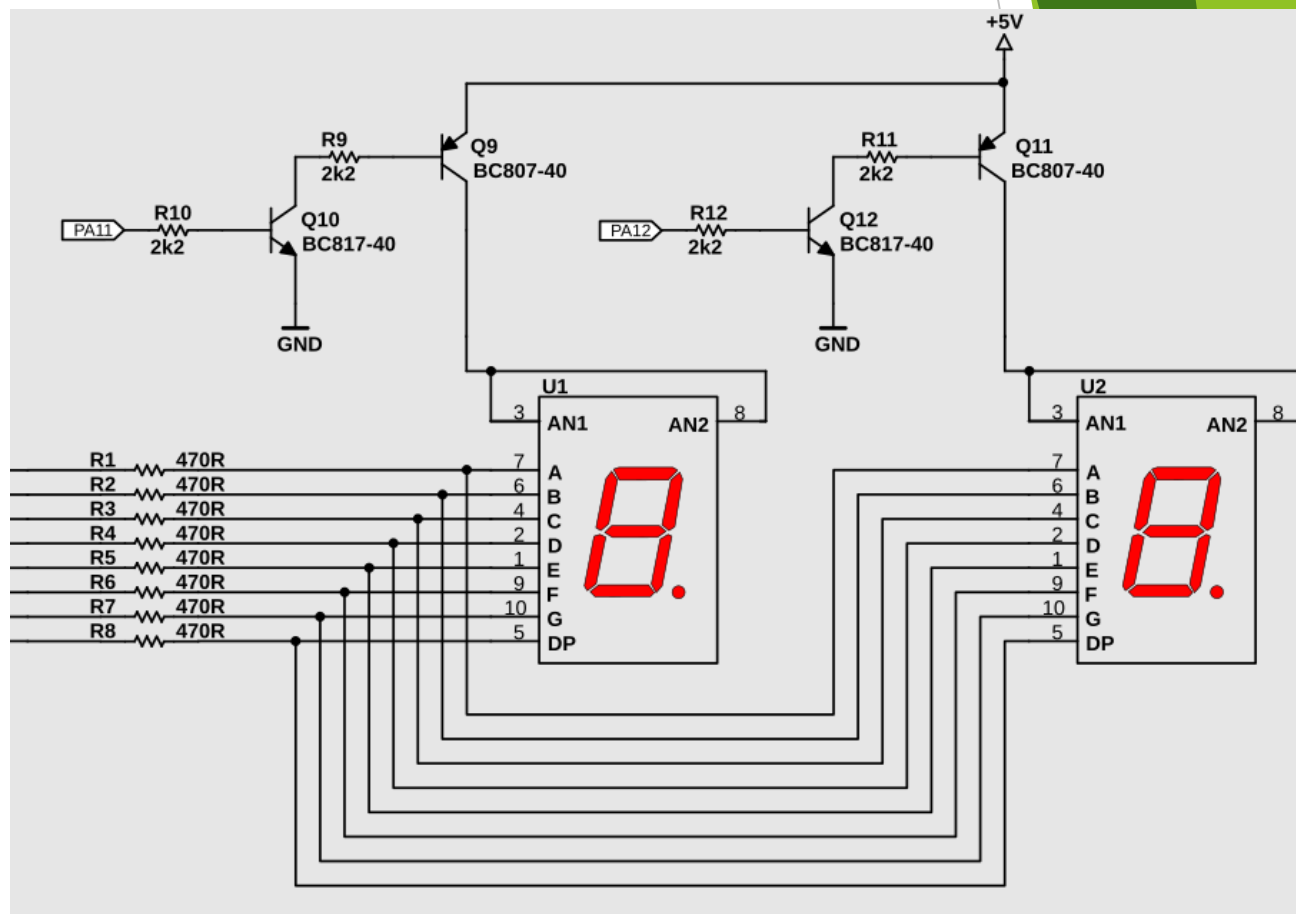
Jak to funguje - 4 digity

- ▶ Spínání společných anod přes PNP tranzistory, jednotlivé katody přes ochranné rezistory a NPN tranzistory.
- ▶ Proč je pro spínání anod použita dvojice PNP+NPN tranzistor - jak se tranzistory spínají, respektive vypínají ?
- ▶ Místo NPN tranzistorů pro ovládání katod by šel použít obvod ULN2003A



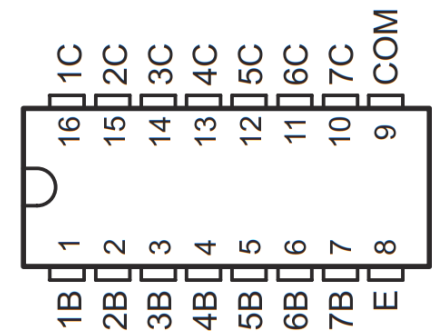
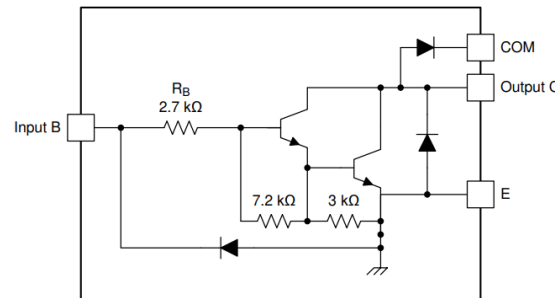
Jak to funguje - 4 digity

- Spínání společných anod přes tranzistory, jednotlivé katody přímo do mikrokontroléru. Nebude to svítit extra jasně, ale ušetříme zapojování dalších 16-ti součástek (8x NPN tranzistor, 8x bázev rezistor)
- Rezistory v bázích NPN tranzistorů mohou mít výrazně větší hodnotu...



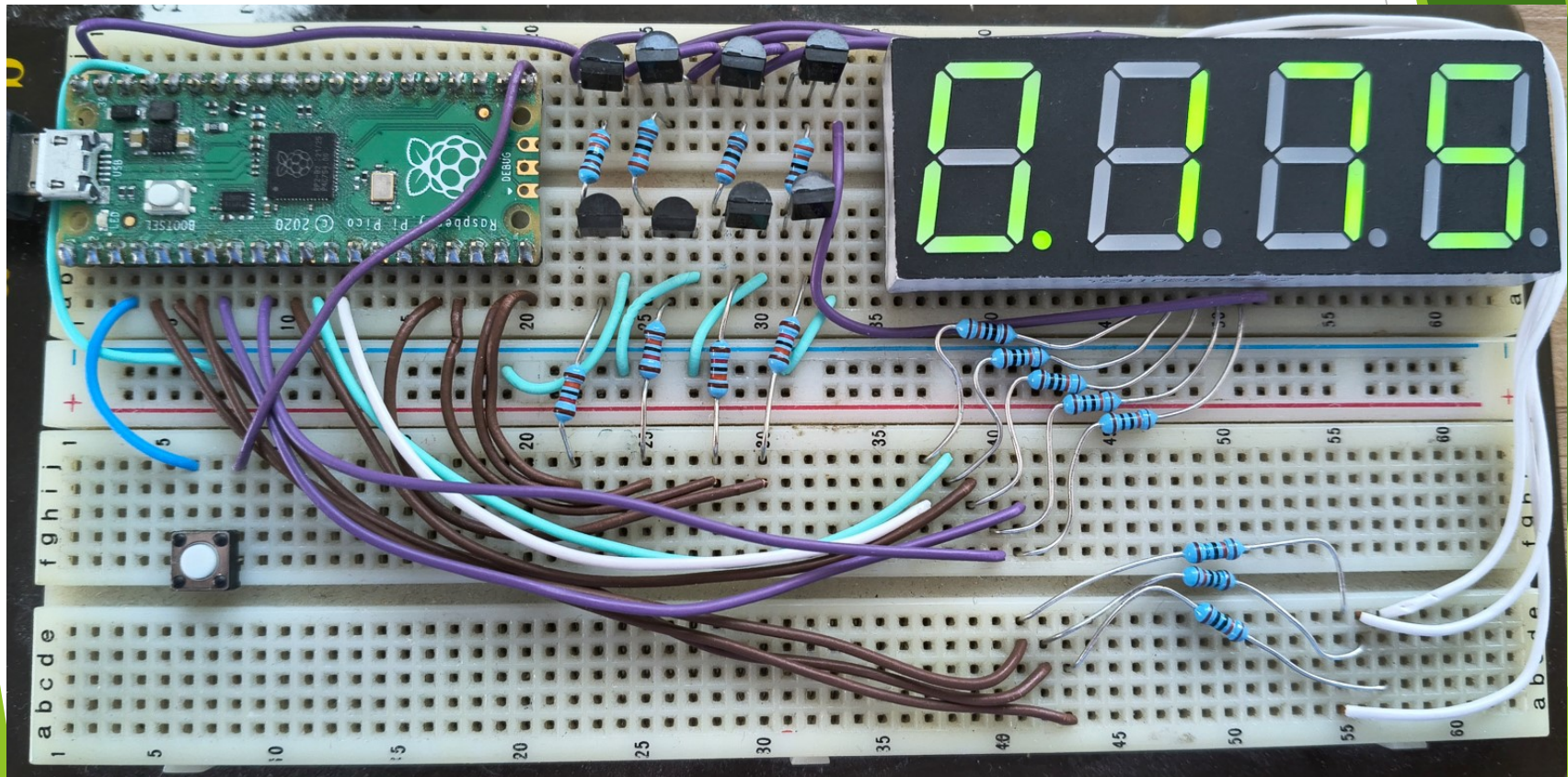
Multiplex displeje - časový

- ▶ Každý okamžik svítí jen jeden segment => $\frac{1}{4}$ času svítí první číslice, $\frac{2}{4}$ druhá, $\frac{3}{4}$ třetí a $\frac{4}{4}$ poslední číslice.
- ▶ Lidské oko obraz integruje, pokud je blikání dost rychlé, jeví se mu to jako společné svícení všech 4 segmentů.
- ▶ Aby měly segmenty rozumný jas, měl by být proud segmentem 4x větší než při statickém řízení...
- ▶ To ale nezvládá náš mikrokontrolér (umí správně jen asi 12mA na jeden pin), my bychom potřebovali cca 50-80 mA.
- ▶ Má ale i omezení na součet proudu přes všechny piny „Maximum Total VSS current due to IO (IOVSS) “ 50mA - to znamená, že bychom opravdu měli použít i ty tranzistory pro řízení katod.. nebo zmíněný ULN2003A
- ▶ 1B..7B vstupy, připojit do MCU, nejsou třeba rezistory
- ▶ 1C..7C výstupy, připojit k jednotlivým katodám displeje (jsou třeba rezistory v sérii)



Příklad zapojení na nepájivém poli

- špatné, namáhá mikrokontrolér a málo svítí...



Programování

- ▶ zadefinovat si výstupy - pro řízení segmentů - katod
 - ▶ zadefinovat si výstupy - pro řízení digitů - společných anod
 - ▶ udělat si tabulku pro převod číslce -> kód pro katody
 - ▶ postupně přepínat jednotlivé aktivní číslice, viz obrázek dole
-
- ▶ zapnout potřebné segmenty pro 1. digit, zapnout 1 společnou anodu, počkat (5ms), vypnout anodu, nastavit potřebné segmenty pro 2. digit, zapnout 2. společnou anodu, počkat 5 ms.....
 - ▶ segmenty je třeba nastavit správně před zapnutím další číslice, jinak na displeji vznikají duchové - slabě svítící segmenty, oko je na to citlivé...

PRŮBĚH MULTIPLEXOVÁNÍ (VELMI RYCHLE ZA SEBOU)



Programování

```
from machine import Pin
from time import sleep_us

A1 = Pin(15, Pin.OUT, value=0)    # Společné anody jednotlivých číslic, zleva doprava.
A2 = Pin(14, Pin.OUT, value=0)    # Aktivní úroveň je HIGH.
A3 = Pin(13, Pin.OUT, value=0)
A4 = Pin(12, Pin.OUT, value=0)

anodes = [A1, A2, A3, A4]

# Segmenty jsou katody, aktivní úroveň je LOW. Poradí bitů v masce je: a b c d e f g dp
SEGMENT_PINS = [4, 2, 6, 8, 9, 3, 5, 7]

def output_pin(pin_number, start_value):
    return Pin(pin_number, Pin.OUT, value=start_value)

segments = [output_pin(pin, 1) for pin in SEGMENT_PINS]

NUMBERS = { 0: 0b11111100, 1: 0b01100000, 2: 0b11011010, 3: 0b11110010, 4: 0b01100110,
5: 0b10110110, 6: 0b10111110, 7: 0b11100000, 8: 0b11111110, 9: 0b11110110, }
```

```
def all_anodes_off():
```

```
    for anode in anodes:
```

```
        anode.value(0)
```

```
def set_segments(mask):
```

```
    for index, segment in enumerate(segments):
```

```
        bit_is_on = (mask >> (7 - index)) & 1
```

```
        segment.value(0 if bit_is_on else 1)
```

```
def show_digit(anode, number):
```

```
    all_anodes_off()
```

```
    set_segments(NUMBERS[number])
```

```
    anode.value(1)
```

```
    sleep_us(5000)
```

```
    anode.value(0)
```

```
while True:
```

```
    show_digit(A1, 1)
```

```
    show_digit(A2, 2)
```

```
    show_digit(A3, 3)
```

```
    show_digit(A4, 4)
```

Úkol

- ▶ Naprogramujte hru na měření reakční doby
- ▶ Na displeji se napíše StArt (text doleva odskroluje)
- ▶ Po stisku tlačítka se displej zhasne na 1-3 s (náhodně)
- ▶ Pak se na displeji rozsvítí FirE
- ▶ Na tento popud uživatel stiskne tlačítko
- ▶ MCU naměří reakční dobu ve formátu 0.155 sekundy a zobrazí ji na displeji.
- ▶ Lze ošetřit příliš brzký stisk tlačítka - podvod, nikdo nezareaguje rychleji než 100ms (v minulosti pouze Chuck Norris nebo Superman)