

VOŠ a SPŠ Rychnov nad Kněžnou

Projekt z předmětů  
elektronika a programování

# **Digitální stopky**

## **Zadání**

Navrhněte a sestavte jednoduché digitální stopky. Běh bude spouštěn a zastavován jedním tlačítkem, druhé tlačítko je určeno pro nulování. Zobrazování času realizujte pomocí sedmi-segmentového čtyřmístného led displeje.

Zhodnoťte výsledné řešení, navrhněte možná vylepšení funkce, popř. další rozšíření.

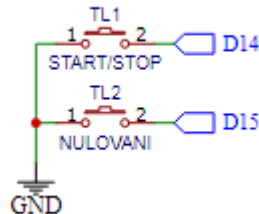
# 1 Volba komponent a návrh elektrického zapojení

Zapojení bude realizováno použitím modulů a součástek na nepájivém kontaktním poli.

Výkonnou řídicí jednotkou bude Arduino Nano.

Jako ovládací prvky budou použity dva kusy mikropínačů (mžikových tlačítek).

Tlačítka budou zapojena mezi vstupní piny mikrokontroleru a zem s využitím vnitřních pull-up rezistorů v mikrokontroleru. Pro připojení byly zvoleny piny D14 (A0) a D15 (A1).

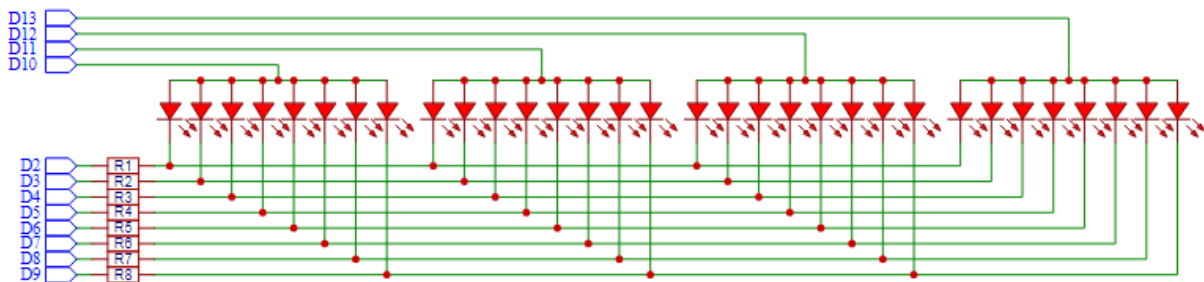


Obrázek 1: Schéma připojení tlačítek

Pro zobrazování bude použit sedmi-segmentový čtyřmístný led displej.

Zvolený displej je určen pro zobrazování v multiplexním režimu (střídavé zobrazování jednotlivých číslic) v zapojení se společnou anodou.

Spojené katody jednotlivých segmentů budou připojeny přes omezovací rezistory k pinům D2 až D9. Společné anody jednotlivých číslicovek budou napájeny přímo z pinů D10 a D13 mikrokontroleru.



Obrázek 2: Schéma zapojení multiplexovaného segmentového displeje

## 1.1 Návrh hodnot rezistorů

Rezistory omezují proud protékající jednotlivými segmenty displeje.

Prvním mezním parametrem je maximální proud led segmentem při známém napětí v propustném směru. Z katalogového listu displeje ...

$$U_F = 1,8 V$$
$$I_{Fmax} = 20 mA$$

Druhým omezujícím kritériem je maximální proud tekoucí z pinu mikrokontroleru. Ten musí pokrýt spotřebu při svitu všech segmentů jedné číslicovky.

Z katalogového listu mikrokontroleru AVR ATmega328p

$$I_{pin} = 40 mA \quad \text{na jeden pin}$$

(maximální proud celkem všemi piny 200 mA)

číslicovka má 8 segmentů tzn., že maximální proud jedním segmentem je

$$I = \frac{I_{pin}}{8} = \frac{40}{8} = 5 \text{ mA}$$

Tato hodnota je nižší než povolený proud led segmentem, proto budeme rezistor navrhovat proud  $I = 5 \text{ mA}$ .

$$\begin{aligned} \text{Napájecí napětí} \quad U &= 5V \\ \text{Úbytek napětí na led} \quad U_F &= 1,8V \\ \text{Proud segmentem} \quad I &= 5 \text{ mA} \end{aligned}$$

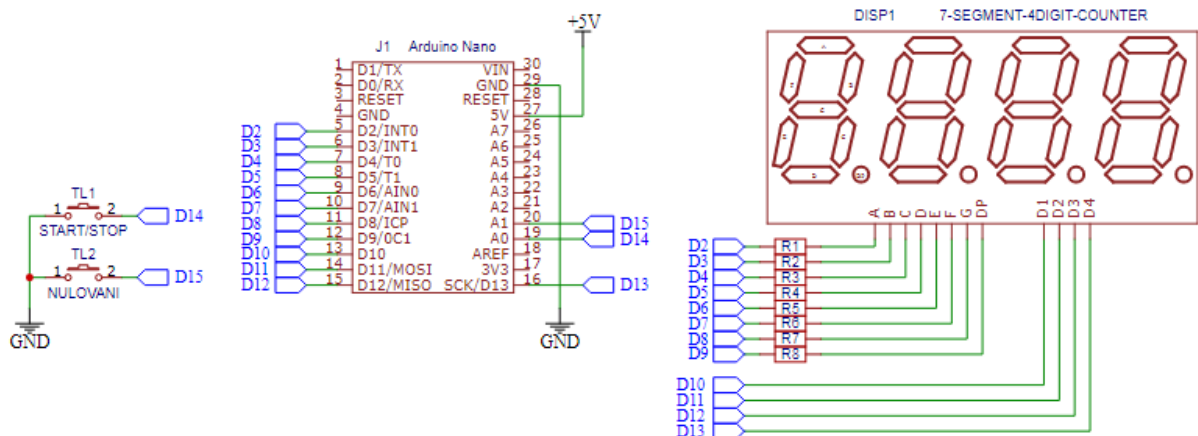
$$\text{Úbytek napětí na rezistoru} \quad U_R = U - U_F$$

$$\text{Hodnota rezistoru} \quad R = \frac{U_R}{I} = \frac{U - U_F}{I} = \frac{5 - 1,8}{0,005} = 640 \Omega$$

Hodnotu rezistoru upravíme na nejbližší vyšší dostupnou hodnotu  $R' = 1 \text{ k}\Omega$

$$\text{Skutečný proud segmentem} \quad I' = \frac{U_R}{R'} = \frac{U - U_F}{R'} = \frac{5 - 1,8}{1000} = 0,0032 \text{ A} = 3,2 \text{ mA}$$

## 1.2 Schéma zapojení

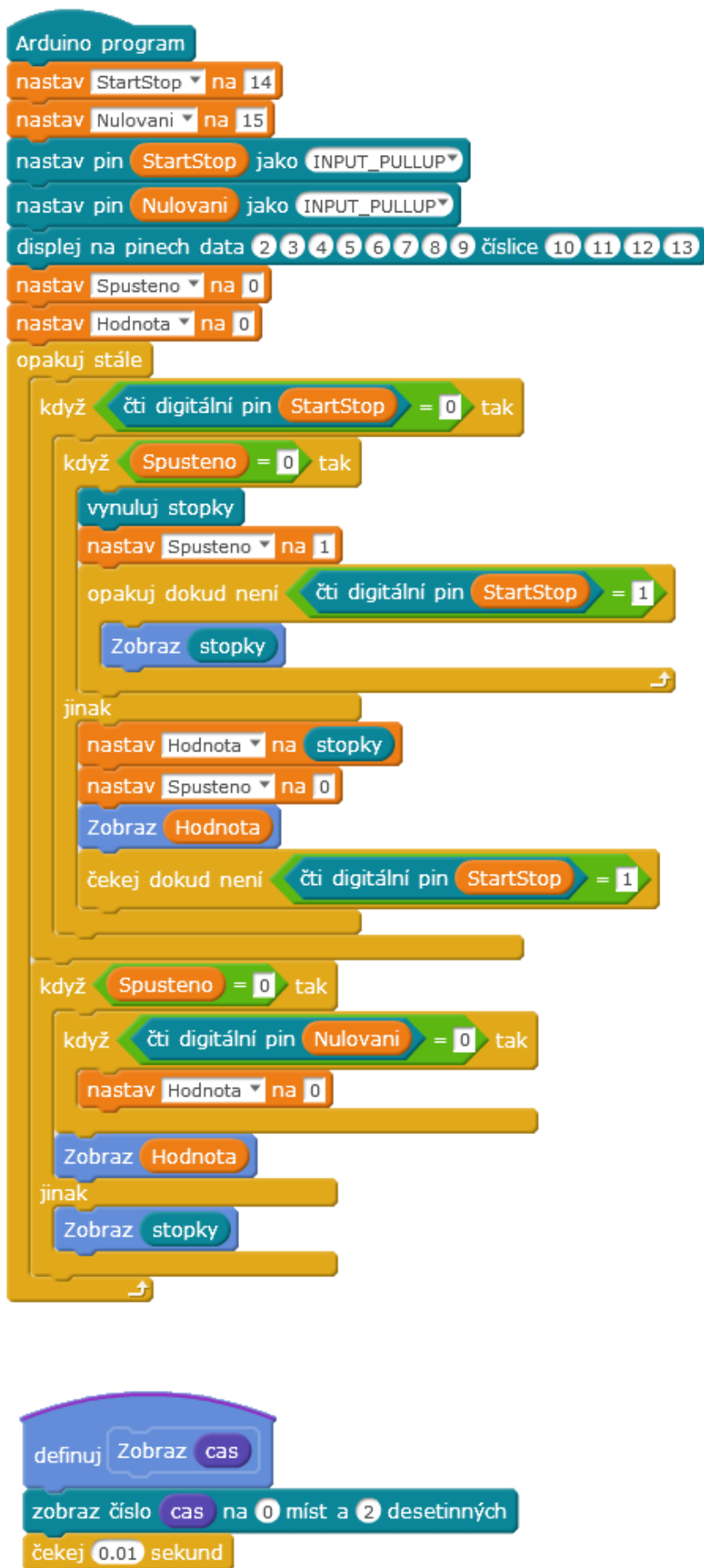


Obrázek 3: Schéma zapojení stopek

Označení	Popis	Typ	Kusů
J1	modul mikrokontroleru	Arduino Nano	1
TL1, TL2	mikrospínač	TC-1212T	2
DISP1	7-segmentový 4-místný displej	3461BS	1
R1 .. R8	rezistor 0,5W	1 kΩ	8
	nepájivé kontaktní pole		1
	propojovací vodiče		

Tabulka 1: Seznam součástek

## 2 Programové řešení



Obrázek 4: Program Stopky 1

## 2.1 Popis funkce

Stisknutím tlačítka START/STOP se spustí běh stopek. Opětovným stisknutím START/STOP se běh zastaví a na displeji zůstává zobrazena hodnota času při zastavení. Tlačítkem NULOVÁNÍ je možné hodnotu nulovat. Při spuštěných stopkách je tlačítko NULOVÁNÍ neaktivní. Pokud jsou stopky spuštěny bez předchozího vynulování, automaticky se nulují při spuštění.

Čas je zobrazován na čtyřmístném displeji s rozlišením 0,01 s. Tím je omezen měřený čas na rozsah 0 až 99,99 s.

## 2.2 Popis programu

Na začátku programu je provedena inicializace periférií, nastavení vstupů pro tlačítka a nastavení displeje. Stav běhu programu je uložen ve dvou proměnných:

<i>Spusteno</i>	...	stav stopek (0 – zastaveny, 1 – spuštěny)
<i>Hodnota</i>	...	časový údaj zobrazovaný při zastavených stopkách

Programová obsluha stopek běží v nekonečné smyčce.

- test na stisknutí tlačítka START/STOP
  - pokud je stisknuto, tak se zjistí stav stopek
    - pokud jsou zastaveny,
      - tak se vynuluje čítač (*stopky*)
      - nastaví příznak běhu stopek
      - čeká se na uvolnění tlačítka START/STOP, během čekání se zobrazuje aktuální hodnota času
    - pokud jsou v běhu
      - je uložen čas běhu do proměnné *Hodnota*
      - vynulován příznak běhu stopek
      - zobrazena hodnota na displej
      - čeká se na uvolnění tlačítka START/STOP
- test stavu stopek
  - pokud není nastaven příznak běhu
    - test na stisknutí tlačítka NULOVÁNÍ
      - pokud je aktivní, tak se nastaví proměnná *Hodnota* na 0
    - zobrazení údaje v proměnné *Hodnota*
  - pokud je nastaven příznak běhu
    - zobrazení aktuálního času z čítače (*stopky*)

Pro zobrazování hodnot byl vytvořen vlastní blok, který zajistí zobrazení na displeji s požadovaným nastavením počtu desetinných míst.

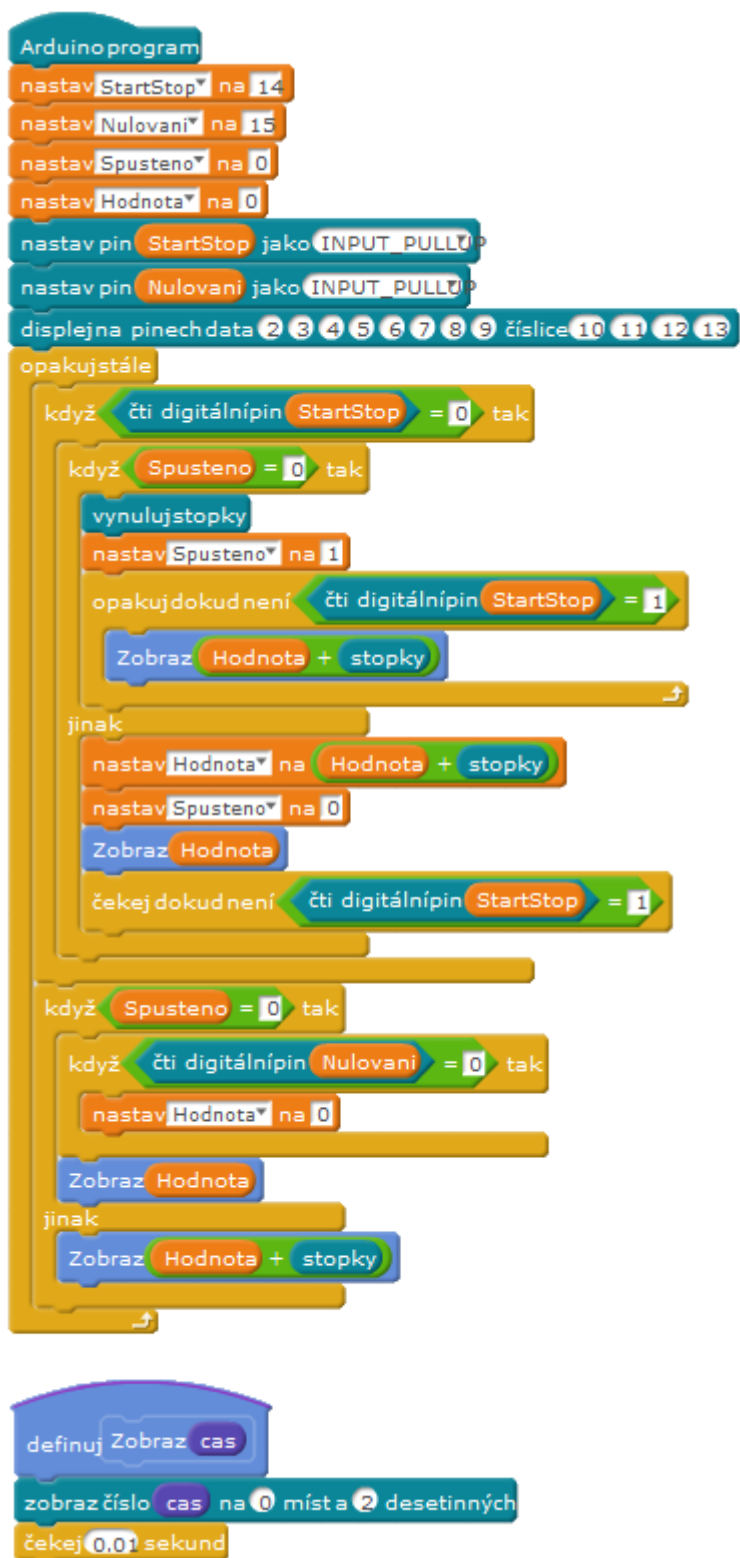
## 3 Závěr

V rámci projektu se podařilo realizovat funkční digitální stopky po stránce elektrického zapojení i programu. Všechny požadované funkce ze zadání se podařilo splnit.

### 3.1 Návrhy na vylepšení funkce

- Spuštěním běhu stopek se nenuluje čas, ale pokračuje se od předchozí hodnoty. Nulování je nutné provést tlačítkem NULOVÁNÍ. Tato varianta programu byla realizována, viz příloha 1.
- Možnost nastavení počtu zobrazovaných desetinných míst (rozlišení měření času). Tím je možné rozšířit nebo zúžit maximální měřený čas. Při měření na celé sekundy by byl rozsah 0 až 9999 s, pro měření na 0,1 s 0 až 999,9 s, pro měření na 0,01 s 0 až 99,99 s. Nastavení rozlišení měření by se mohlo aktivovat současným stisknutím obou tlačítek (tato úprava nebyla realizována).

## Příloha 1



Obrázek 5: Program Stopky 2

## Použité zdroje

- [1] LOCKER, Martin: *Průvodce Arduino* [online]. 2013 [citováno 25. 2. 2022]. Dostupné z: <https://robotika.vosrk.cz/guide/arduino/cs>
- [2] VOŠ a SPŠ Rychnov n. Kn. *Katalogový list 7-segmentový 4-místný LED displej MR-3461SRB-2* [online]. 2022 [citováno 25. 2. 2022]. Dostupné z: <https://test.vosrk.cz/elektronika/datasheets/3461BS.pdf>