

# PB170 Závěrečný projekt

Ondřej Malanik

Andrej Lipták

Naším závěrečným projektem je obvod, který střídá 4 barvy blikáním farebných LED. Pomocou tlačidla může uživatel přepínat mezi čtyřmi různými sekvencemi blikání. Obvod je složený z dvou hlavních částí: Mealyho automatu a počítadla s tlačidlem.

Sekvence farieb:

1. Červená → Zelená → Modrá → Žltá
2. Červená → Modrá → Žltá → Zelená
3. Všetky → Žiadne
4. Červená + Zelená → Modrá + Žltá → Červená + Modrá → Zelená + Žltá

## Postup

### Mealyho automat

Prvým krokem pre postavenie funkčného Mealyho automatu je navrhnutie vstupov, na základe ktorých sa bude obvod prepínať do rôznych sekvencií. 4 vieme realizovať pomocou dvoch vstupných premenných,  $I_1$  a  $I_2$ . Stav vstupov označíme **J, K, L** a **M**.

	$I_1$	$I_2$
<i>J</i>	0	0
<i>K</i>	0	1
<i>L</i>	1	0
<i>M</i>	1	1

Automat má pre každú farbu LED výstup, t.j. **Red, Green, Blue** a **Yellow**. Urobíme tabuľku požadovaných výstupných hodnôt pre každú farebnú kombináciu. ( A = All, N = None)

	<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>RG</i>	<i>BY</i>	<i>RB</i>	<i>GY</i>
<i>Red</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
<i>Green</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Blue</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0

Yellow	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

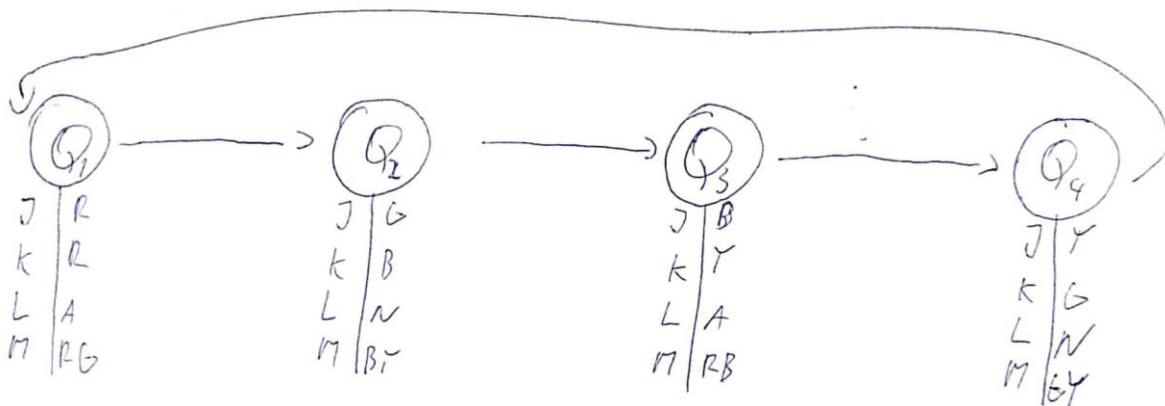
Ďalej určíme vnútorné stavy automatu. Najprv si znázorníme zmeny farebných kombinácií v závislosti na vstupoch.

<b>J</b>	R→G→B→Y
<b>K</b>	R→B→Y→G
<b>L</b>	A→N
<b>M</b>	RG→BY→RB→GY

Pre uľahčenie si vstup L zmeníme na A→N →A→N. Dostaneme teda 4 vnútorné stavy  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  a  $Q_4$ , ktoré realizujeme pomocou dvoch klopných obvodov D, ktorých výstupy označíme  $D_1$  a  $D_2$ .

	$D_1$	$D_2$
$Q_1$	0	0
$Q_2$	0	1
$Q_3$	1	0
$Q_4$	1	1

Z týchto tabuliek si vieme urobiť graf prechodu:



Skombinujeme predchádzajúce tabuľky a vytvoríme kompletnú tabuľku prechodov, vstupov a výstupov.

$D_1^N$	$D_2^N$	$I_1$	$I_2$	$D_1^{N+1}$	$D_2^{N+1}$	R	G	B	Y
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1	0	1

Pomocou údajov v tabuľke zistíme funkcie pre vnútorné stavy a funkcie pre výstupy. Môžeme na to použiť napríklad Karnaughovu mapu.

Funkcie:

$$D_1^{n+1} = \bar{D}_1 D_2 + D_1 \bar{D}_2$$

$$D_2^{n+1} = \bar{D}_2$$

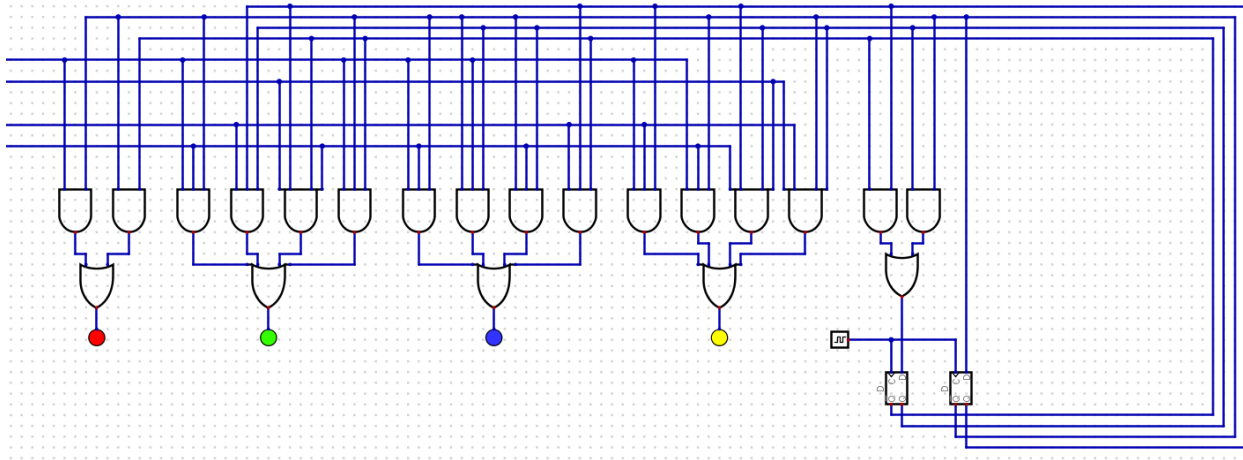
$$R = \bar{D}_1 \bar{D}_2 + \bar{D}_2 I_1$$

$$G = (\bar{D}_1 \bar{D}_2 I_1 + \bar{D}_1 D_2 \bar{I}_1 \bar{I}_2 + D_1 D_2 I_2 + \bar{D}_2 I_1 \bar{I}_2$$

$$B = \bar{D}_1 D_2 I_2 + D_1 \bar{D}_2 \bar{I}_2 + D_1 I_1 I_2 + \bar{D}_2 I_1 \bar{I}_2$$

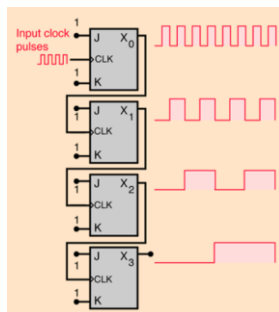
$$Y = D_1 \bar{D}_2 \bar{I}_1 I_2 + D_1 D_2 \bar{I}_1 \bar{I}_2 + \bar{D}_2 I_1 \bar{I}_2 + D_2 I_1 I_2$$

Posledným krokom je zostrojenie obvodu:

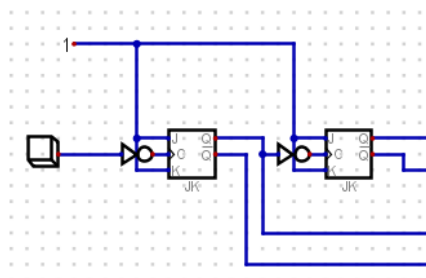


## Počítadlo

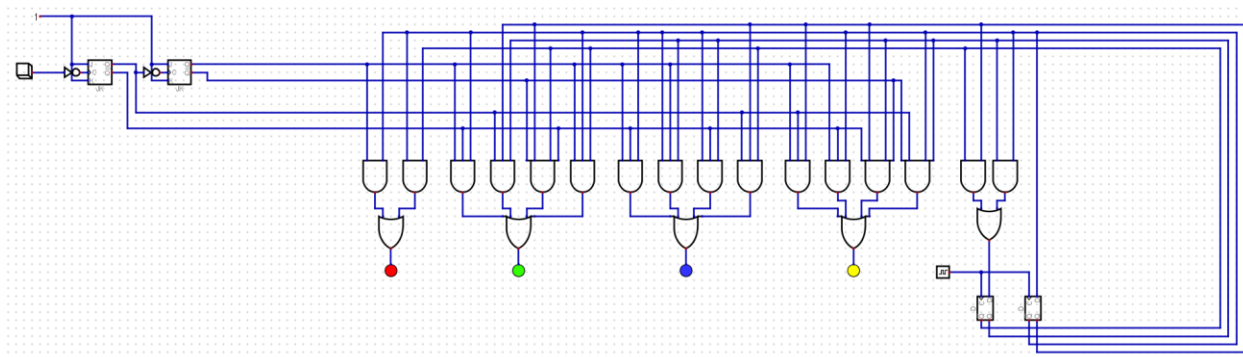
Keďže chceme prepínať sekvencie jedným tlačidlom, potrebujeme zostrojiť obvod, ktorý nám bude po stlačení tlačidla meniť signál nasledovne: **00 -> 01 -> 10 -> 11**. Toto správanie dosiahneme pomocou dvoch klopných obvodov JK. Tlačidlo napojíme na hodinový signál prvého JK a výstup prvého JK privedieme na vstup hodinového signálu druhého JK. Vstupné hodnoty J a K obidvoch klopných obvodov sú nastavené na 1, čím zostrojíme prepínač výstupu na každom cykle hodinového signálu. Každé 2 prepnutia prvého JK spôsobia prepnutie druhého.



Zostrojíme jednoduchý obvod:

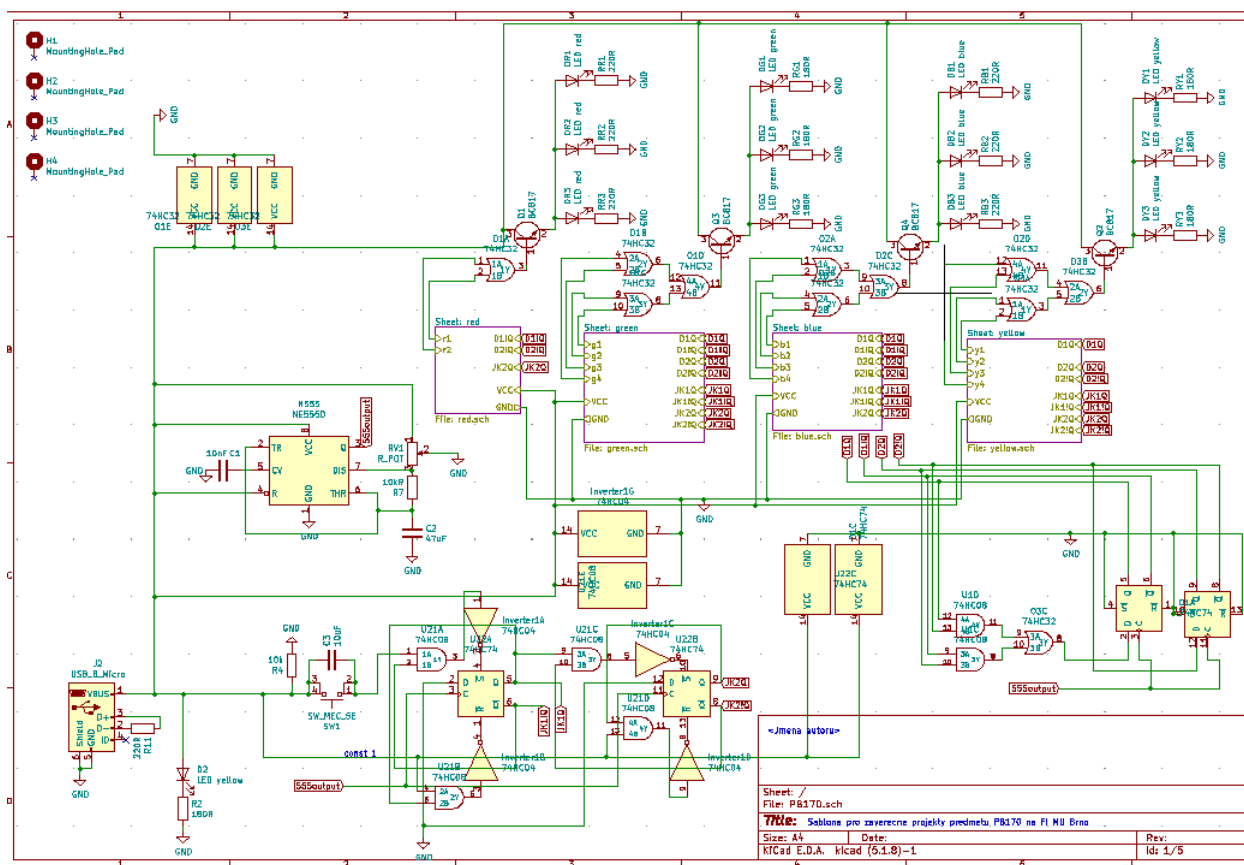


Finálna simulácia celého obvodu:



## KiCad

Pri vytváraní schémy v KiCade sme sa držali vyššie zobrazenej simulácie s malými zmenami. Pre každú farbu sme použili 3 LED a z dôvodu obmedzených súčiastok sme klopný obvod JK zostrojili pomocou klopného obvodu RS a dvoch AND-ov. Na zostrojenie hodinového signálu sme použili súčiastku N555 spolu s potenciometrom na úpravu frekvencie blikania.



Zo schémy sme spravili konečnú dosku:

