

Střední škola spojů a informatiky Tábor, Bydlinkého 2474

## **Stroboskopický LED displej s mikropočítačem PIC**

Obor 10 Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Autor: Lukáš Kváča

Třída: DIT4 (26-45-M/01 Digitální telekomunikační technika)

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Čebiš

Datum odevzdání: 31.3.2023

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně. Použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně.

V Táboře 31. dubna 2023

Lukáš Kváča

## Poděkování:

Děkuji za obětavou pomoc při řešení naší práce vyučujícím. Zejména panu Ing. Vladimíru Čebišovi, za rady a zkušenosti v oboru programování PIC

## Anotace

Cílem práce je vytvořit elektronickou konstrukci pro demonstraci stroboskopického jevu a jeho využití pro prostorové zobrazování obrázků nebo textu, pomocí LED displeje.

Práce analyzuje zdroje informací a popisuje základní použitelné prvky. V hlavní části práce je vlastní řešení nového elektronického zařízení. Jedná se o schéma zapojení, osazovací výkres, motiv plošného spoje, seznam součástek a návrhy textové sady.

Elektronická konstrukce je osazená displejem s 10 LED a řízena mikropočítačem PIC16 F526. Konstrukce umožňuje vytvářet prostorové zobrazení na formátu 10x48 pixelu. V textovém režimu jsou využívány obrazce písmen v rastru 8x5 a v grafickém režimu obrázek 10x24.

Pomocí konstrukce lze ověřit a demonstrovat možnost prostorového zobrazování obrázků s využitím stroboskopického jevu a setrvačnosti lidského oka.

V práci je možné pokračovat rozšířením počtu LED, regulací jasu jednotlivých pixelů, nebo více barevným zobrazením na principu RGB. Rovněž by bylo možné řešit propojení s chytrým telefonem pro účely editace.

## Obsah

Stroboskopický jev jako takový a jeho využití v praxi .....	4
Vlastnosti LED a jejich omezení pro využití jako zábleskových zdrojů světla.....	5
Komerční využití LED.....	7
Monkey light bike.....	7
Stroboskopický jen na diskotéce nebo koncertu .....	9
Stroboskopické vyšetření hrtanu (hlasivek) .....	9
Měření předstihu u spalovacích motorů .....	9
Vyhodnocení dosavadních prací na škole .....	10
Mávátko s 6 LED a PIC10f200.....	10
Mávátko s 24 LED a připojením k PC sériovou linkou .....	12
Vlastní návrh zapojení pro 10 LED .....	14
Seznam součástek Mávátko 10 LED.....	18
Závěr.....	23
Zdroje.....	24

# Stroboskopický jev jako takový a jeho využití v praxi

Stroboskopický jev je druh optické iluze. Stroboskopické jevy se mohou vyskytovat kdekoli, kde je spojitý periodický pohyb reprezentován diskretními (nespojitémi) vzorky. Pozorování lze tedy provádět tam, kde je pohled na určitou událost zprostředkován konečným a vhodným počtem vzorků tak, že frekvence pozorovaného periodického pohybu je blízká frekvenci zprostředkovaného vzorkování nebo jeho celočíselnému násobku.

## Vysvětlení

Jestliže máme rotující předmět, který rotuje 100 otáčkami za vteřinu, přičemž nastavíme zdroj světla také na 100 záblesků za vteřinu, bude se nám předmět zdát nehybný. Když ale zvýšíme frekvenci záblesků na 101 za vteřinu, tak uvidíme, jak se rotující předmět otáčí pomalu proti směru otáčení, protože záblesky pokaždé osvětlí předmět dříve než v předchozí pozici. Snížíme-li frekvenci záblesků na 99 předmět tak se bude předmět otáčet pomalu po směru otáčení, protože světelné záblesky pokaždé osvětlí předmět dále než při předchozím otočení.

## Rizika

Největším rizikem stroboskopického jevu je klamné zdání, že se daný předmět nepohybuje, přičemž se pohybuje stejnou rychlostí jako frekvence světla na něj vyzařujícího. Může se nám pak stát, že si třeba šáhneme do rotujícího kola, které se nám ovšem zdálo, že je nehybné. Tím pak vznikají velmi nepříjemná zranění, jako je například přeražení prstů. Největší nebezpečí je ve výrobních halách, kde jsou rotující stroje. Tomuto problému se předchází použitím světelných zdrojů s více fázemi proudu, čímž je prostor častěji osvětlován.

## Využití

Nejčastější využití stroboskopického jevu v praxi je při seřizování předstihu u spalovacích motorů pomocí stroboskopické lampy a seřizovacích značek. Dále se používá při seřizování otáček gramofonových desek. Desky jsou na krajích označené a při jejich otáčení se zdají nehybné pomocí zabudovaného osvětlení. Využití našel také při diskotékách a koncertech, kde rychlým blikáním dochází k rozfázování pohybu kapely a tančících lidí.

# Vlastnosti LED a jejich omezení pro využití jako zábleskových zdrojů světla

## Co je to LED

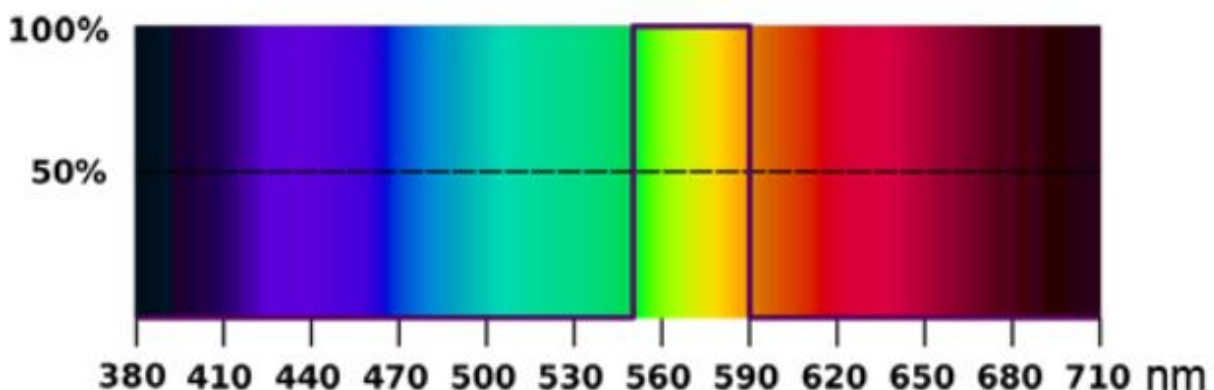
LED (*Light-Emitting Diode*) je elektronická polovodičová součástka, která se skládá z P-N přechodů. Svítí díky P-N přechodům, kterými proudí proud. Oproti například výbojkám, zářivkám a žárovkám LED pracuje s malými hodnotami proudu a napětím.

## Barvy LED

LED vyřazuje jednobarevné světlo ve spektru, které se označuje podle vlnové maximální vlnové délky a měříme ji v nanometrech (nm). Bílé světlo nelze přímo emitovat, proto LED využívají takzvanou luminoforu (pohlcuje energii a následně vyzařuje světlo). LED, které vytvářejí modré světlo transformují část tohoto světla v čipu na světlo žluté, které při smíšení vytvoří světlo bílé. LED jsou vyráběny z galia a další jednoho nebo dvou prvků (např. fosforu), díky čemuž získáme určitou barvu světla.

## Vyzařovací úhel

Záleží na druhu LED čipu, čočce a také na umístění led ve svítidle. Čím větší vyzařovací úhel tím více svítí do stran. Vyzařovací úhel pro většinu LED je v rozmezí 10°-180°.



## Svítivost

Ovlivňují ji mnoho veličin, jako je třeba pouzdro, druh čipu. Svítivost je úměrná procházejícímu proudu, tím pádem platí čím více proudu, tím více světla. Má však své omezení, jestliže pustíme do LED více proudu stoupne teplota. Čím více LED tak tím více se nám zařízení zahřívá a tepelně namáhá ostatní součástky.

## Životnost

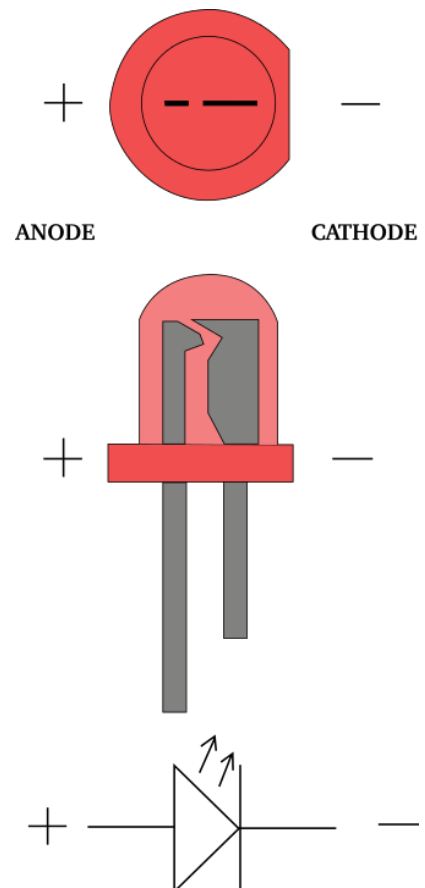
Jelikož není LED pohybová součástka, tak u ní není pravděpodobné selhání. Průměrná životnost LED se pohybuje kolem 50 000 hodin.

## Zapojení LED

LED se může zapojit do propustného a závěrného směru. Pokud je zapojena katodou na – a anodou na + do propustného směru bude LED svítit. Je-li však zapojena opačně, nebude skrz ni pronikat proud, tím pádem svítit nebude.

## Regulace LED

LED samo o sobě svítí více či méně podle velikosti proudu do ní pouštěného. Pokud budeme chtít regulovat svítivost, nejčastěji použijeme předřazený odpor. K regulaci se pak dá použít i regulátor tranzistor



# Komerční využití LED

## Monkey light bike

### O firmě

Monkey light bike je Americká firma která dělá kola. Rozdíl od jiných kol je ten že kola od Monkey light bike mají na kola přidělané LED, které pomocí stroboskopického jevu vytváří různé obrazce, které si jezdec vybere.

### Různost obrazů

Pomocí stroboskopického jevu se dají na kola vytvořit různé obrazce. Používají se všechny barvy z obou stran kola pro nejlepší efekt. Firma především používá 8 bitové styly, který je pro mnoho lidí nostalgické.

### Životnost

Firma Monkey light bike neuvádí přesnou životnost jejich kol, ale dává záruku na 2 roky s tím, že by měli vydržet mnohem delší dobu.

### Legálnost

V Evropských zemích jsou podsvícená kola nelegální. Například v Americe (kde i firma sídlí) je podsvícení legální a firma Monkey light bike uvádí, že je bezpečnější mít podsvícená kola z důvodu lepší viditelnosti.





## Stroboskopický jen na diskotéce nebo koncertu

Na každé diskotéce nebo koncertu je blikající světlo, které napomáhá roztančit publikum. Tomu napomáhá stroboskopický jev. Funguje to tak že světlo bliká na tancující lidi, tím je vidíme pokaždé v jiné pozici (v pohybu). K tomu aby tenhle efekt fungoval co nejefektivněji potřebujeme v sále tmu do které budeme svítit nejlépe více blikajícími barevnými světly které se pohybují.

## Stroboskopické vyšetření hrtanu (hlasivek)

Poprvé v roce 1878 provedl francouzský laryngolog M. Ortel první stroboskopické vyšetření hrtanu, při které použil zrcadla. V moderní technice se používá stroboskop pro viditelné zpomalení hlasivek při detekci videa, protože samotným okem nezpozorujeme kmitající pohyb hlasivek. Především se používá ke studování vokálních záhybů, které normálně mají být na stejné úrovni. Při nemocích se záhyby liší, přičemž se za vadný považuje vyšší záhyb. Tímto způsobem se také měří amplituda hlasu, například u zpěváků, nebo učitelů zpěvu.

## Měření předstihu u spalovacích motorů

K měření předstihu spalovacích motorů se používá stroboskopická lampa, která se namíří na řemenici motoru. Při nastartovaném motoru osvětlují záblesky řemenici, nebo přímo stupnici. Nám se na rysce ukáže jaký má předstih. Tím můžeme zjistit, jak máme seřadit spalování, aby bylo nejefektivnější.



# Vyhodnocení dosavadních prací na škole

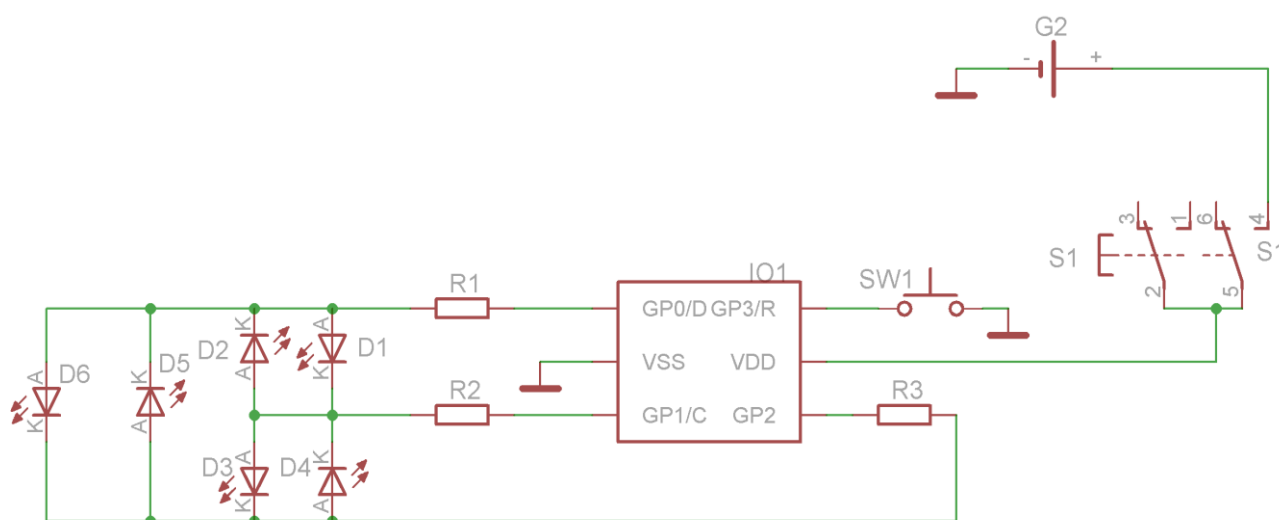
## Mávátko s 6 LED a PIC10f200

### Popis zapojení

Elektronická konstrukce mávátka využívá setrvačnost lidského oka k vykreslení krátkého nápisu do prostoru. Pro nejlepší efekt je zapotřebí tma. Mávátko má displej ze 6 LED v řadě za sebou. Tyto LED vykreslují text ze 6 bodů na výšku a několika desítek bodů na šířku. Při stisknutí tlačítka se začnou postupně rozsvěcet LED podle nastavení programu. Při uvedení mávátka do pohybu uvidíme text, který jsme už dříve naprogramovali. Pro dosažení efektu je nutné naučit se synchronizovat pohyb ruky s mávátkem s okamžikem spuštění zobrazování, který určíme stiskem tlačítka prstem stejné ruky.

### Schéma zapojení

6 Ledek je zapojeno na 3 výstupy PIC. Na každou dvojici výstupu připadají 2 antiparalelní LED. Současně může svítit pouze 1 LED ze 6, viz tabulka. LED jsou vždy připojeny antiparalelně k dvojici PIC výstupů. Pro rozsvícení LED musí být jeden výstup nastaven do stavu log.1, druhý do stavu log.0 a třetí výstup musí být ve vstupním režimu.



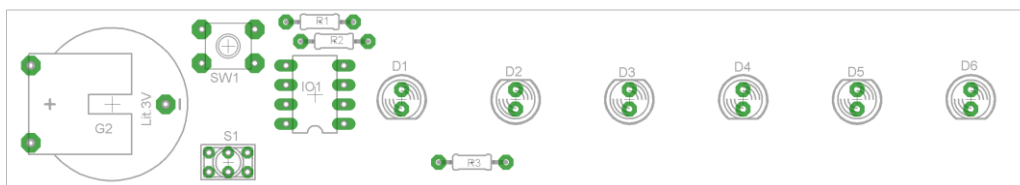
	LED1	LED2	LED3	LED4	LED5	LED6
GP0	1	0	x	x	0	1
GP1	0	1	1	0	x	x
GP2	x	x	0	1	1	0

1 – Logická 1

0 – Logická 0

X – Třetí stav (odpojeno od spínače)

Osazovací výkres 1:1



# Mávátka s 24 LED a připojením k PC sériovou linkou

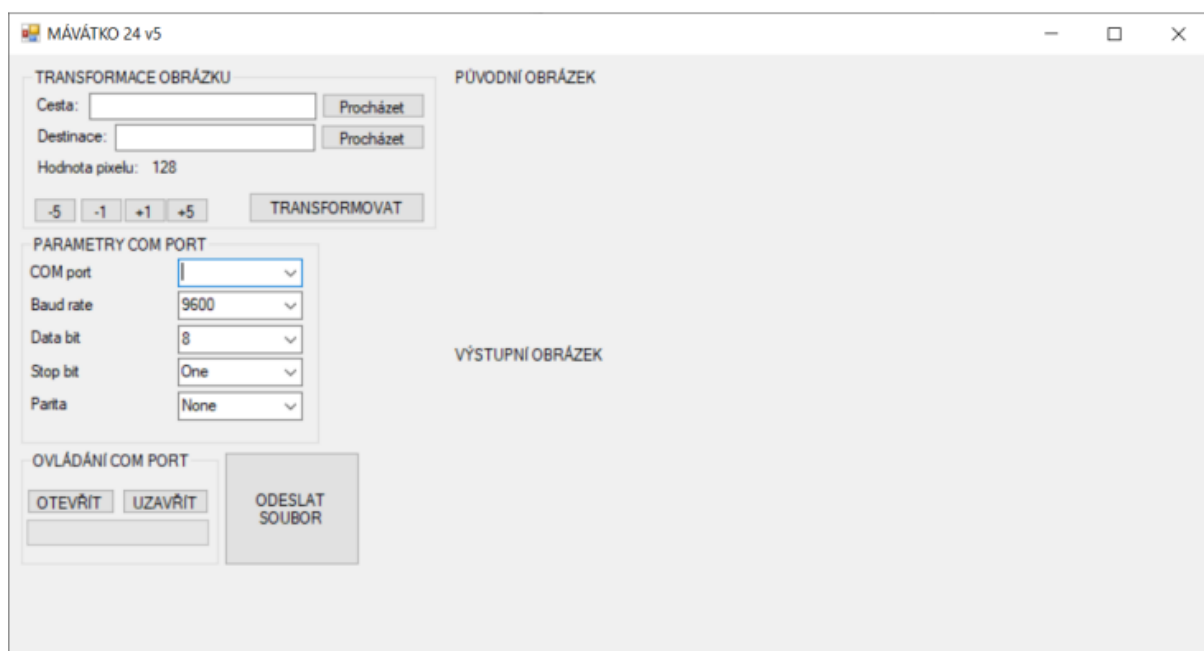
## Popis zapojení

Téma práce bylo vytvořit zapojení mávátka s 24 LED, PIC 16F886 a připojením k PC, které bude vykreslovat dvourozměrné obrázky. Zařízení student Polák vytvořil na desce plošných spojů, které je napájeno ze 3 tužkových baterek s napětím 1,2V nebo 1,5V (celkové napětí je 3,6V až 4,5V). Na procesor je připojeno 24 LED (před každou LED je rezistor). Daný efekt se spouští pomocí tlačítka. Na rozdíl od předchozího mávátka jsou tady LED nezávislé na sobě.

## Softwarová část

Také student Polák musel v roce 2020 vytvořit program v jazyce c# který umožní transformovat obrázek ve formátu .bmp o rozlišení 24x64 LED. Program převádí obrázek do 24bitového bitmapového formátu. Po té co obrázek uložíme ho můžeme nahrát do procesoru PIC 16F886 sériovou linky RS232. Program byl vytvořen v programu Microsoft Visual Studio 2017 v jazyce C#. po zmáčknutí tlačítka a správném mávnutí ruky bude obrázek vykreslen

## Okno programu:



# Osazovací výkres 1:1

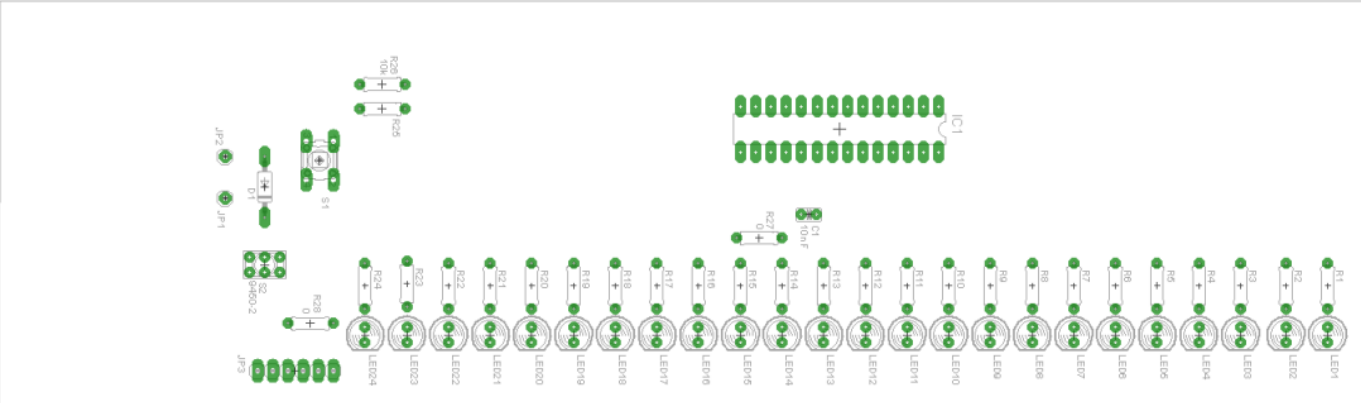
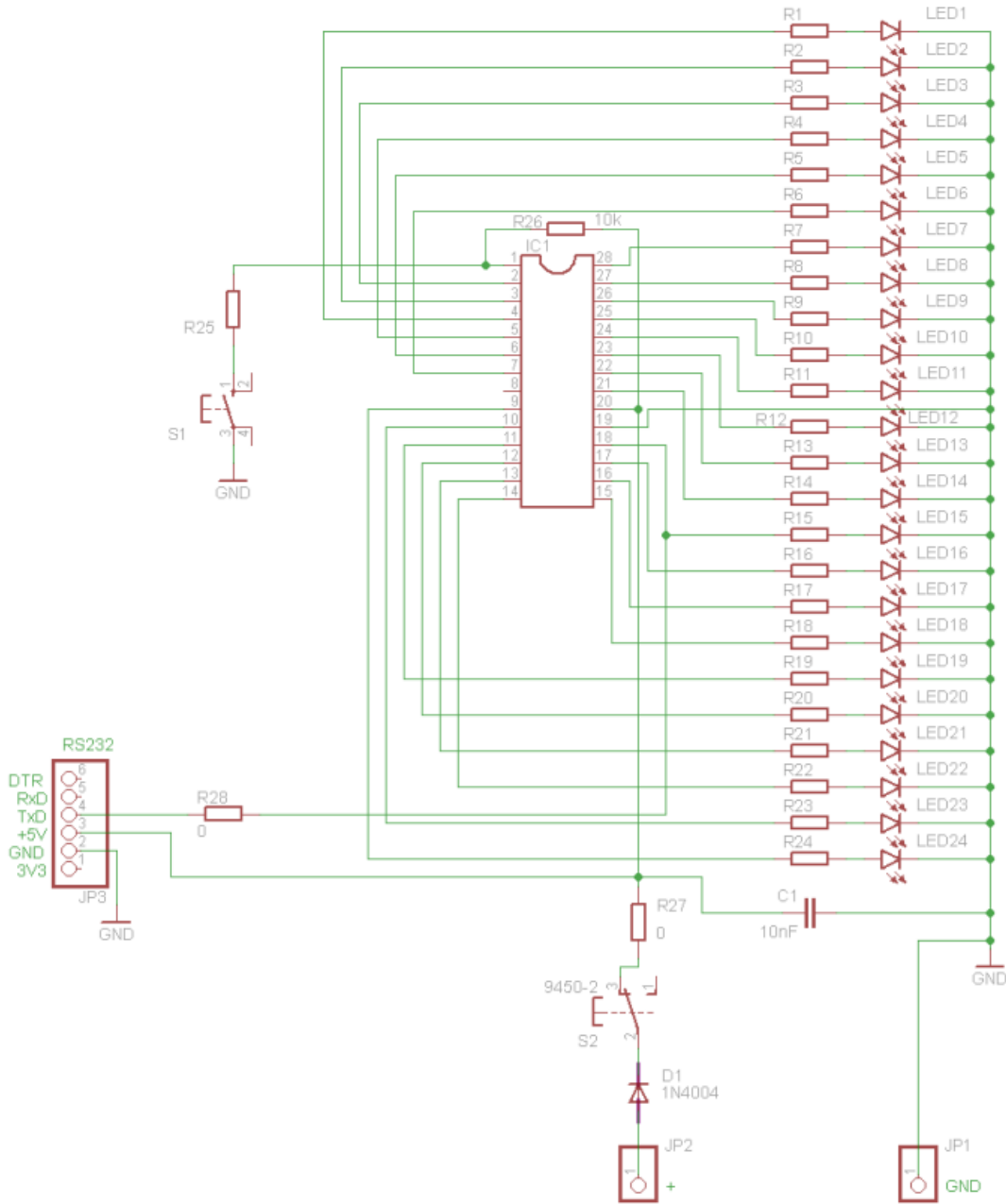


Schéma zapojen

Vlastní návrh zapojení pro 10 LED

Popis zapojení



Zařízení je napájeno z lithiové nedobíjecí baterie CR2032 o napětí 3V a kapacitě 210mAh. Řídící prvek je jednočipový mikropočítač PIC 16F526 v pouzdře DIL14. Napájecí napětí je blokováno keramickým kondenzátorem C1 o kapacitě 100nF. Deska neobsahuje hlavní vypínač, zapínání je řešeno pomocí režimu Sleep. Reset zařízení je možný pouze vyjmutím a vložením baterie.

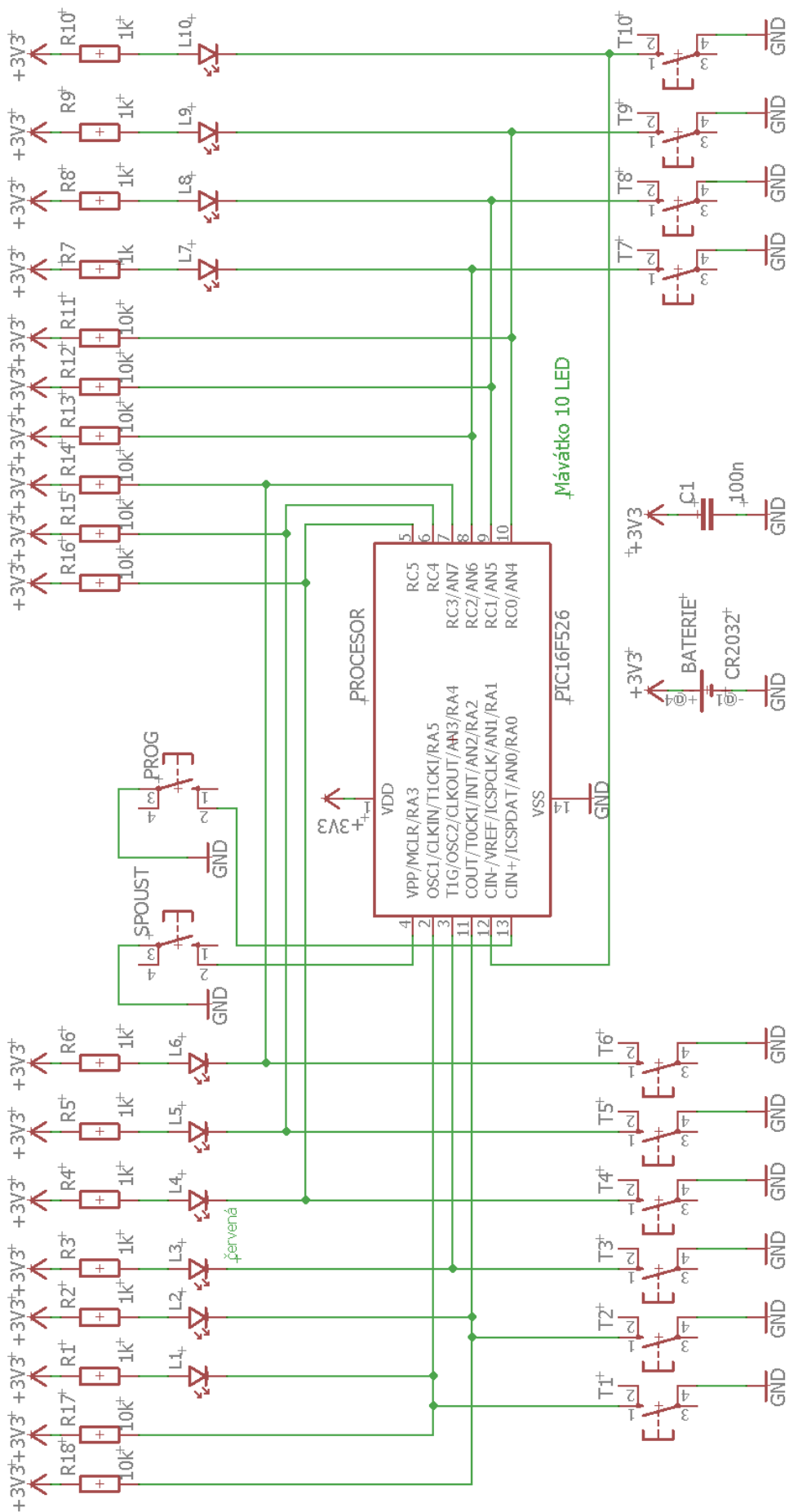
Zařízení obsahuje celkem 12 tlačítek, 2 nezávislá a 10 zpražených s LED displejem. Nezávislá tlačítka SPOUST a PROG ovládají zobrazování a programování. 10 zpražených tlačítek slouží k zadávání dat. Displej je tvořen 10 LED ovládaných procesorem nezávisle na sobě, tak že svítí v logické 0. Proud určují rezistory R1 až R10. Při hodnotě  $1k\Omega$  je proud Ledkou 1 mA. 10 datových tlačítek T1 až T10 je zapojeno tak že současně rozsvítí příslušnou LED a rovněž umožní procesoru sejmout jejich stav. Pro sejmnutí stavu tlačítka musí procesor přepnout vstupní bránu do 3 stavu.

## Popis funkce zapojení

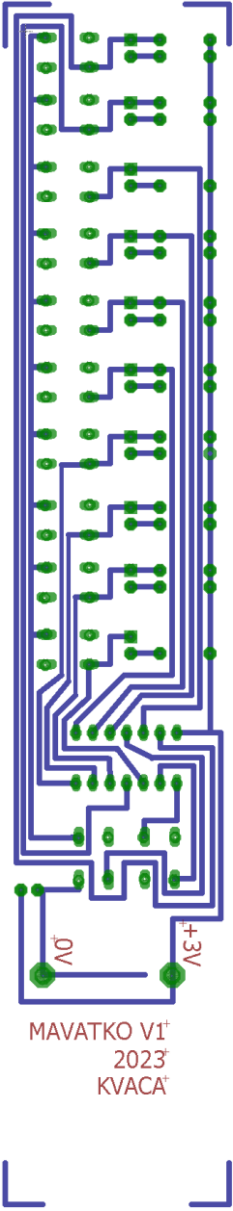
Zapojení je vytvořené na desce plošných spojů pomocí vývodové montáže. Deska je řízená procesorem PIC 16F526, který po stisknutí tlačítka SPOUST pošle signál do LED, které pak utvoří předpřipravený obrazec. K vytvoření předpřipraveného obrazce musíme s mávátkem hýbat v dané rychlosti, aby se obrazec řádně vykreslil do prostoru. Daný obrazec, především text, bude viditelný díky setrvačnosti lidského oka. Výhodou tohoto zapojení je tlačítka PROG, díky kterému při zmáčknutí tlačítek T1-T10 u požadovaných LED nastavíme, které LED budou svítit při dalším zmáčknutí tlačítka SPOUST. Tímto si ušetříme čas a práci při vyjímání procesoru PIC 16F526 který bychom museli programovat samostatně k nastavení jiných hodnot, než v tu danou chvíli budeme mít. Hlavní výhodou tohoto zapojení je možnost ručního zadání obrázku (textu) bez nutnosti počítače nebo programovacího zařízení.



# Schéma zapojení



# Motiv plošného spoje 1:1



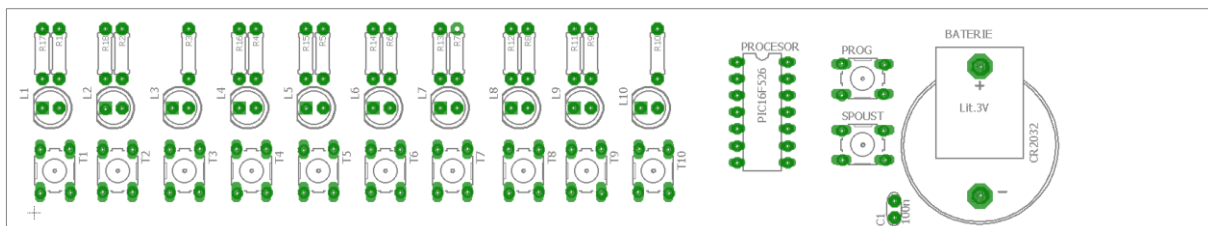
# Seznam součástek Mávátko 10 LED

Součástka

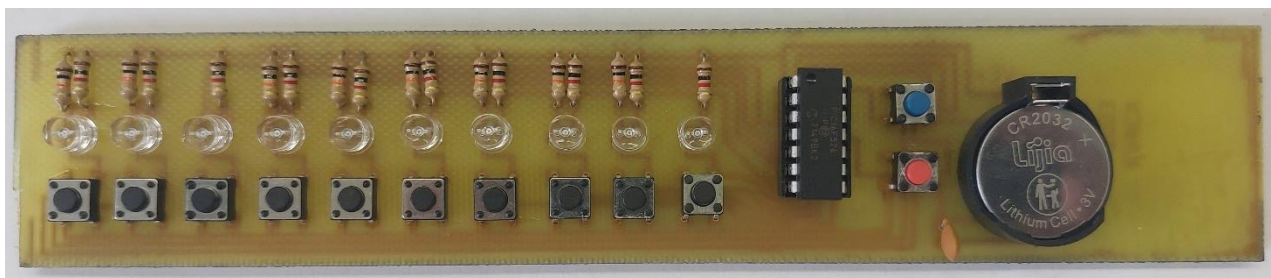
[www.tme.eu](http://www.tme.eu)

PROCESSOR	x1 Pic 16F526	PIC16F526-I/P
	x1 Patice	DS1001-01-14BT1NSF6X
R1-R10	x10 Rezistor, uhlíkový, 1k $\Omega$ , 0,25W	CFR0W4J0102A50
R11-R18	x8 Rezistor, uhlíkový, 10k $\Omega$ , 0,25W	CFR0S4J0103A50
L1-L10	x10 Červená, 130°	103SURD/S530-A3
T1-T10, SPOUST, PROG	x12 Tlačítko	PTS647SK38SMTR2LFS
C1	x1 100nF, 50V, Keramický	C315C104M5U5TA7303
BATERIE	x1 3V, LI, 210mAh	CR2032
	x1 Pouzdro na baterii	SN-2032-1

## Osazovací výkres 1:1



## Foto výrobku



## Foto výroby

Vyleptávání destičky pomocí hydroxidu sodného a leptacího roztoku chloridu železitého a fotorezistu ve spreji.

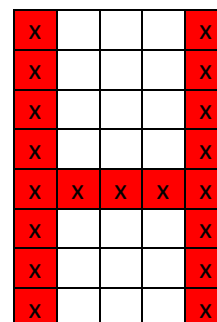
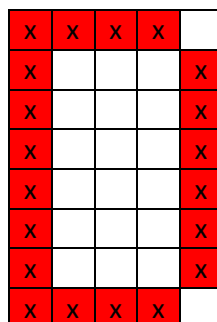
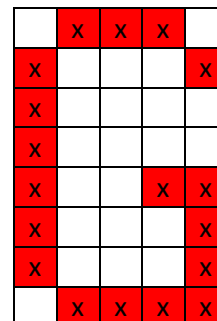
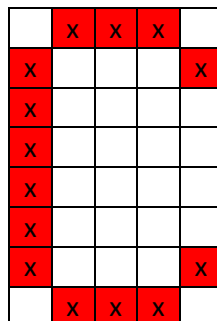
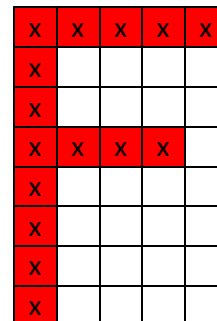
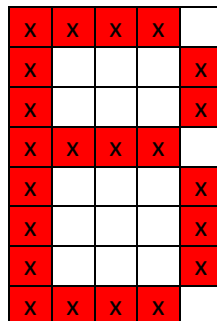
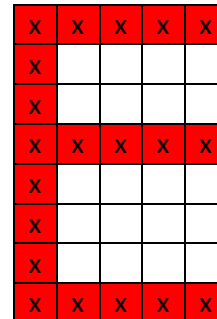
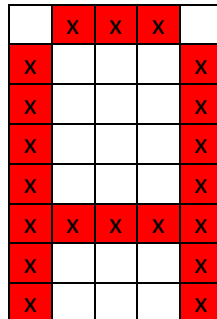


# Kódování zařízení v textovém režimu

Používáme 32 znaků (26 písmen abecedy + 6 znaků)

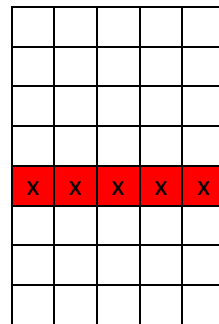
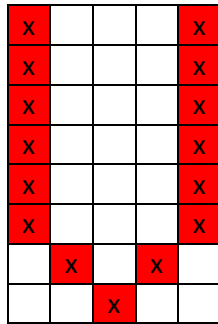
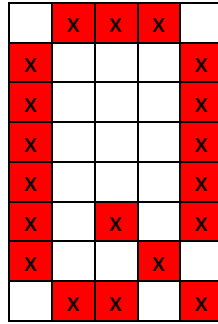
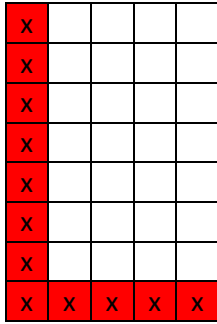
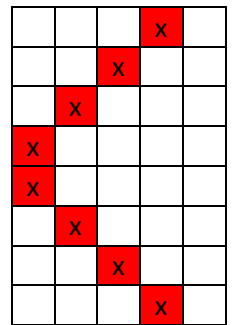
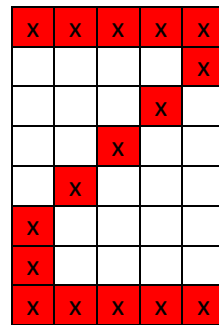
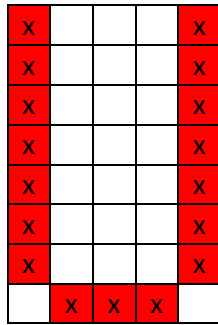
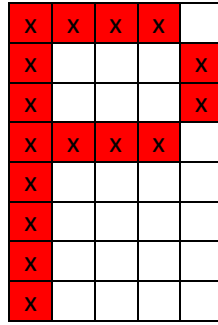
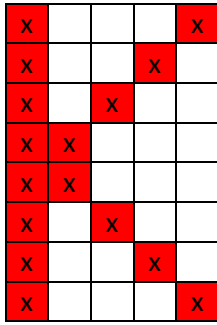
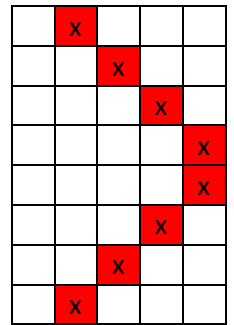
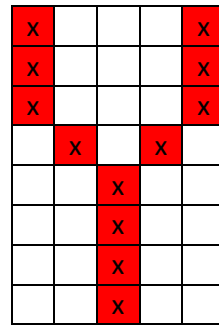
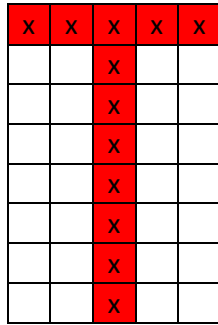
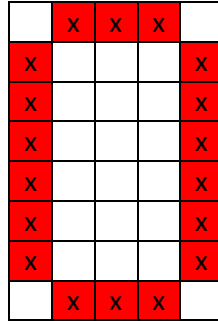
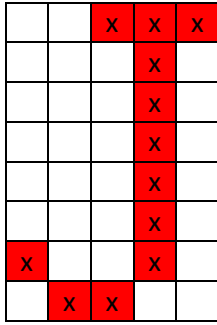
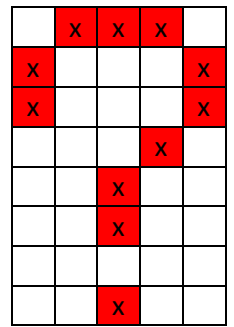
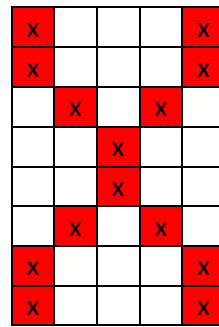
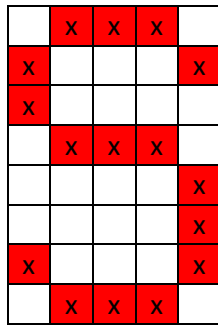
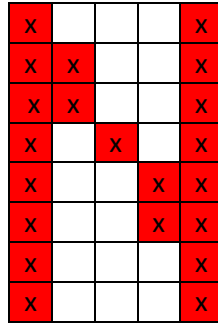
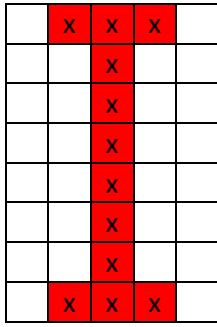
Písmena a znaky zobrazujeme z 8x5 pixelů

Pořadí	Znak	Binární pořadí
0		0000 0000
1	A	0000 0001
2	B	0000 0010
3	C	0000 0011
4	D	0000 0100
5	E	0000 0101
6	F	0000 0110
7	G	0000 0111
8	H	0000 1000
9	I	0000 1001
10	J	0000 1010
11	K	0000 1011
12	L	0000 1100
13	M	0000 1101
14	N	0000 1110
15	O	0000 1111
16	P	0001 0000
17	Q	0001 0001
18	R	0001 0010
19	S	0001 0011
20	T	0001 0100
21	U	0001 0101
22	V	0001 0110
23	W	0001 0111
24	X	0001 1000
25	Y	0001 1001
26	Z	0001 1010
27	-	0001 1011
28	?	0001 1100
29	!	0001 1101
30	>	0001 1110
31	<	0001 1111

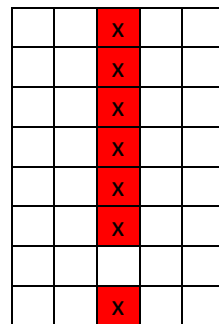
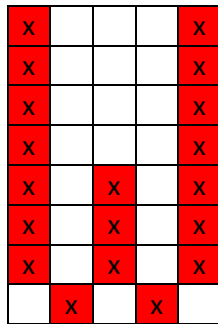
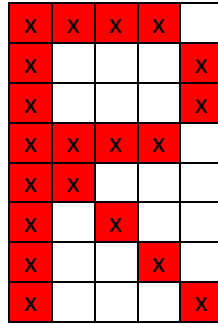
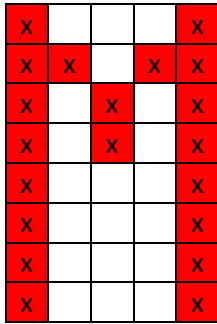


1

2



7



3

4

5

6



# Závěr

Úspěchy - Podařilo se vytvořit zařízení, které je uživatelsky přívětivé, lehké na výrobu a levné

Celková cena výrobku nepřesáhne 100 Kč za součástky

Využití - Dané zařízení může sloužit jako pomůcka k učení stroboskopického jevu a k upoutání pozornosti na různých akcích.

Pokračování a postup - V budoucnu by se mohlo usilovat o to, aby se do desky dalo dostat více znaku a písmen. Tím pádem by bylo ještě více užitečné.



# Zdroje

[https://czwiki.cz/Lexikon/Stroboskopick%C3%BD\\_jev](https://czwiki.cz/Lexikon/Stroboskopick%C3%BD_jev)

<https://eshop.ledsolution.cz/led-diody-technicke-udaje/>

<https://www.monkeyelectric.com/>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/LED>

[https://cs.wikipedia.org/wiki/LED#/media/Soubor:+-\\_of\\_LED\\_2.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/LED#/media/Soubor:+-_of_LED_2.svg)

<http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/svetlo/stroboskopicky-efekt>

[https://cs-m.iliveok.com/health/stroboskopie-hrtanu\\_75908i15989.html](https://cs-m.iliveok.com/health/stroboskopie-hrtanu_75908i15989.html)

<https://www.kovonastroje.cz/stroboskopicka-lampa-na-predstih/>

[https://www.google.com/search?q=stroboskopick%C3%A1+lampa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKE-wjsx5mWkOz7AhW\\_nP0HHYbzCqUQ\\_AUoAXoE-CAEQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=MRr5w1JBliUNvM](https://www.google.com/search?q=stroboskopick%C3%A1+lampa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKE-wjsx5mWkOz7AhW_nP0HHYbzCqUQ_AUoAXoE-CAEQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=MRr5w1JBliUNvM)

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

Technická dokumentace předešlých zapojení ze [www.sssi.cz](http://www.sssi.cz)