



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

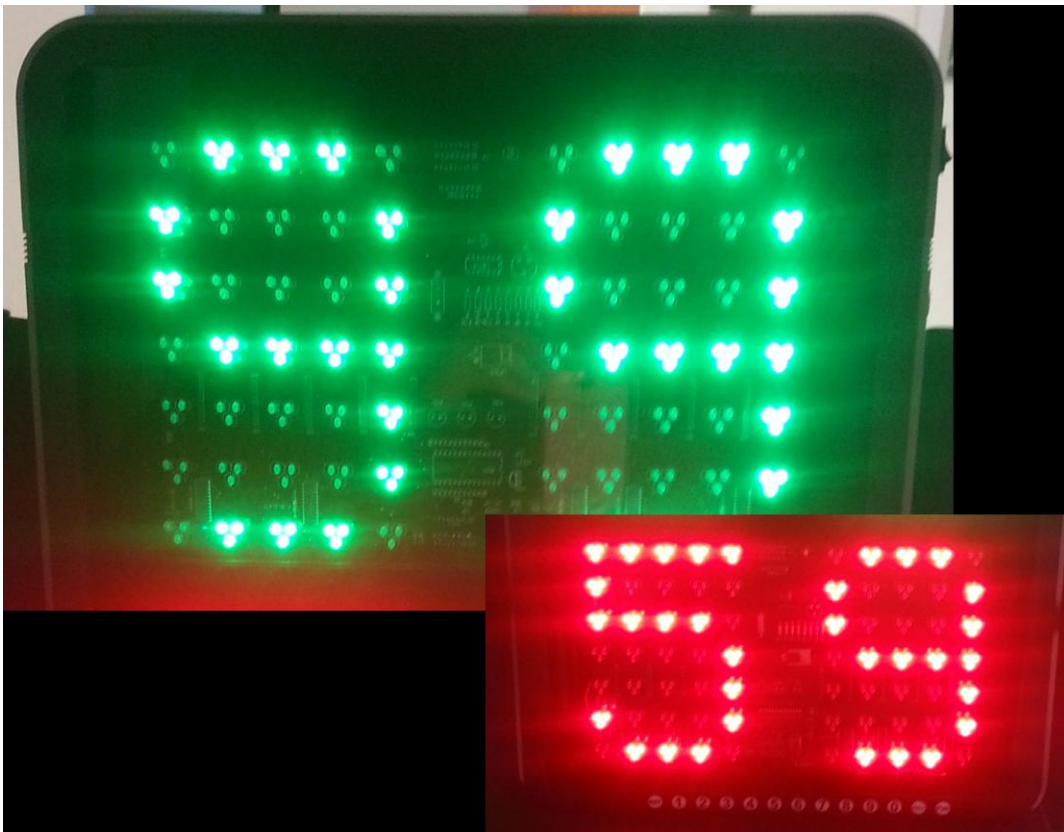
Střídací tabule na fotbal

Jan Šlapák

VOŠ a SŠSE
Novovysočanská 48/280
Praha 9

1 Úvod

Na fotbale se střídací tabule používá ke střídání hráčů při fotbalovém utkání. Na zobrazení čísla hráče, který odchází ze hřiště, se používají červené číslice a na zobrazení hráče, který přichází na hřiště, se používá zelená barva číslic. Každý sedmi segmentový displej jsem si vyrobil sám z červených a zelených vysoko svítících LED pásků. Číslice sedmi segmentového LED displeje musí být zřetelně vidět na vzdálenost 110m i za silného slunce.



(Obr. 1 - ilustrační foto)

Tento obrázek má sloužit jako ilustrace toho jak má moje práce vypadat. V závěru je fotka toho, jak ve skutečnosti vypadá.

2 Sestavení

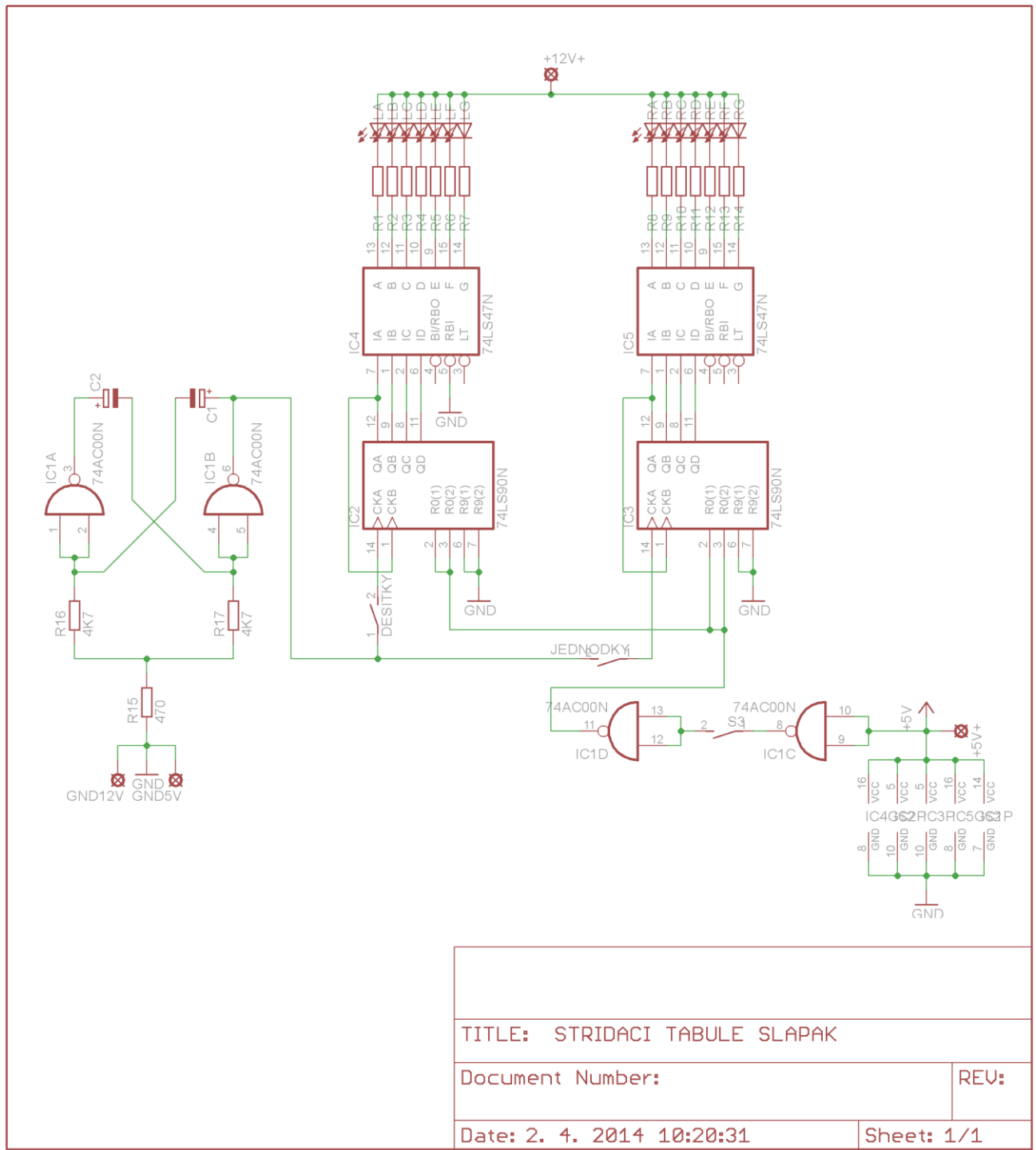
2.1 Obecné zapojení

Celá tabule se skládá z dvou samostatných zapojení (viz. Schéma 1).

Celý displej je udělaný z LED pásků každý segment jsem uspořádal po třech 2.5mm páscích vedle sebe. Tyto zobrazovače čísel jsou v celém zařízení čtyřikrát, dva z jedné strany cedule a dva z druhé. K sestrojení celé tabule jsem musel udělat dvakrát i plošný spoj jeden na číslo pro střídajícího hráče a druhý na číslo střídaného hráče. Díky odporům R1-R14 mohu regulovat svítivost diod, aby nesvítily ani moc, ani málo a aby číslo bylo vidět přes celé hřiště. Na pravém displeji se zobrazují číslice od 0 do 9 a na levém od 1 do 9 místo 0 se nezobrazuje žádné číslo kvůli tomu, aby nevznikla varianta 01, 02, 03... atd., protože takové číslice na fotbalových dresech nejsou, vzniká tedy jen 1,2,3...98, 99.

Číslice na displeji se zobrazují pomocí integrovaných obvodů MH7400, MH7490 a MH7447 a čísla se zobrazují na čtyřech sedmi-segmentových LED displejích. Pomocí MH7400 vytvářím binární kód, který přivádím na MH7490, kde se binární kód převádí na BCD kód od 0000 do 1001 a MH7447 převádí binární kód na rozsvícení LED displeje. Tyto systémy jsem v mé práci vyrobil čtyřikrát, dva LED displeje jsou červené pro uvedení střídajícího hráče a druhé dva jsou zelené pro uvedení nastupujícího hráče. A s pomocí MH7400 jsem udělal také reset pro základní nastavení. Displeje jsou napájeny 12V baterií. Integrované obvody jsou napájeny 5V stabilizované z 12V baterie stabilizátorem LM7805.

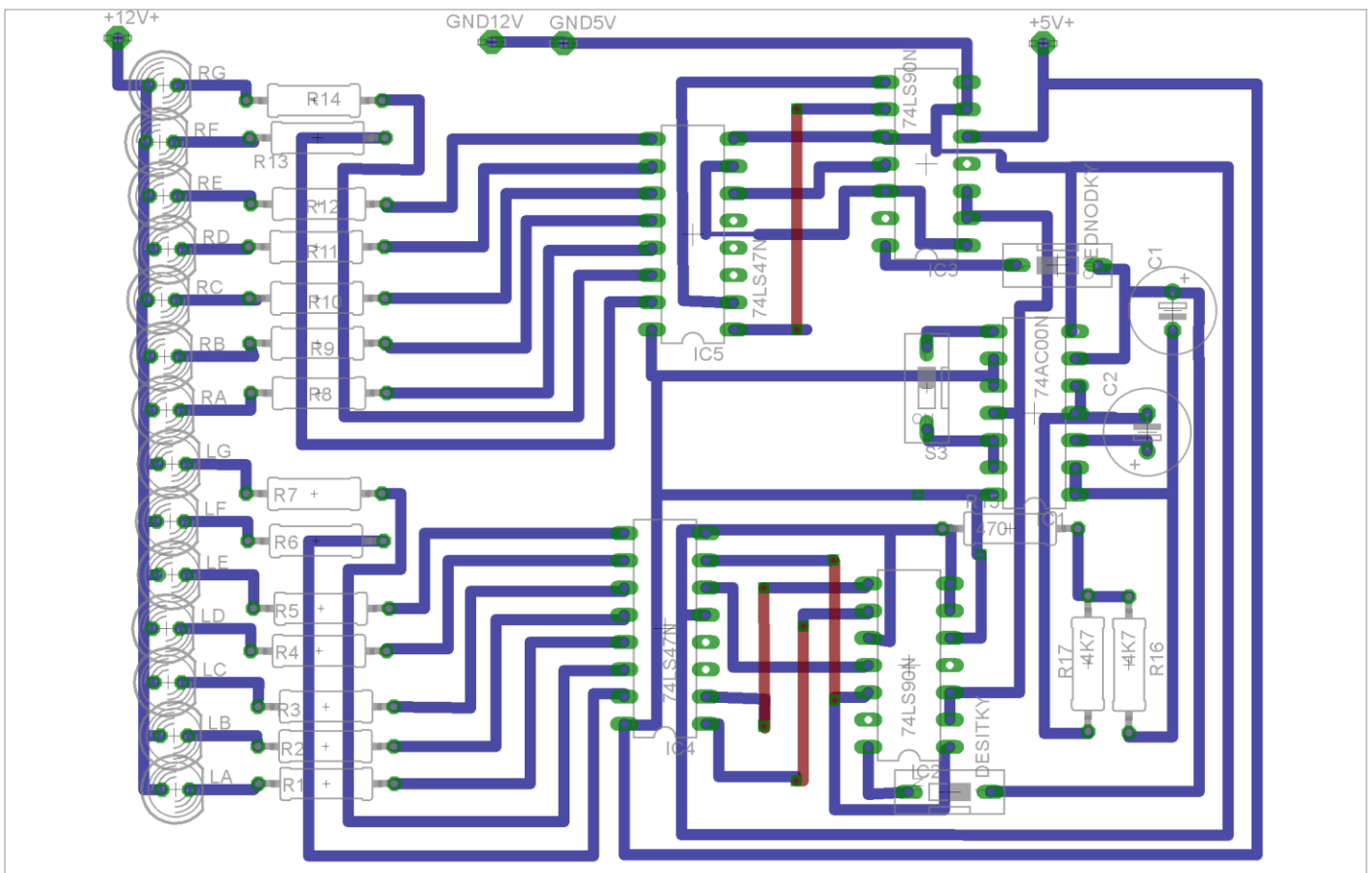
2.2 Schéma zapojení



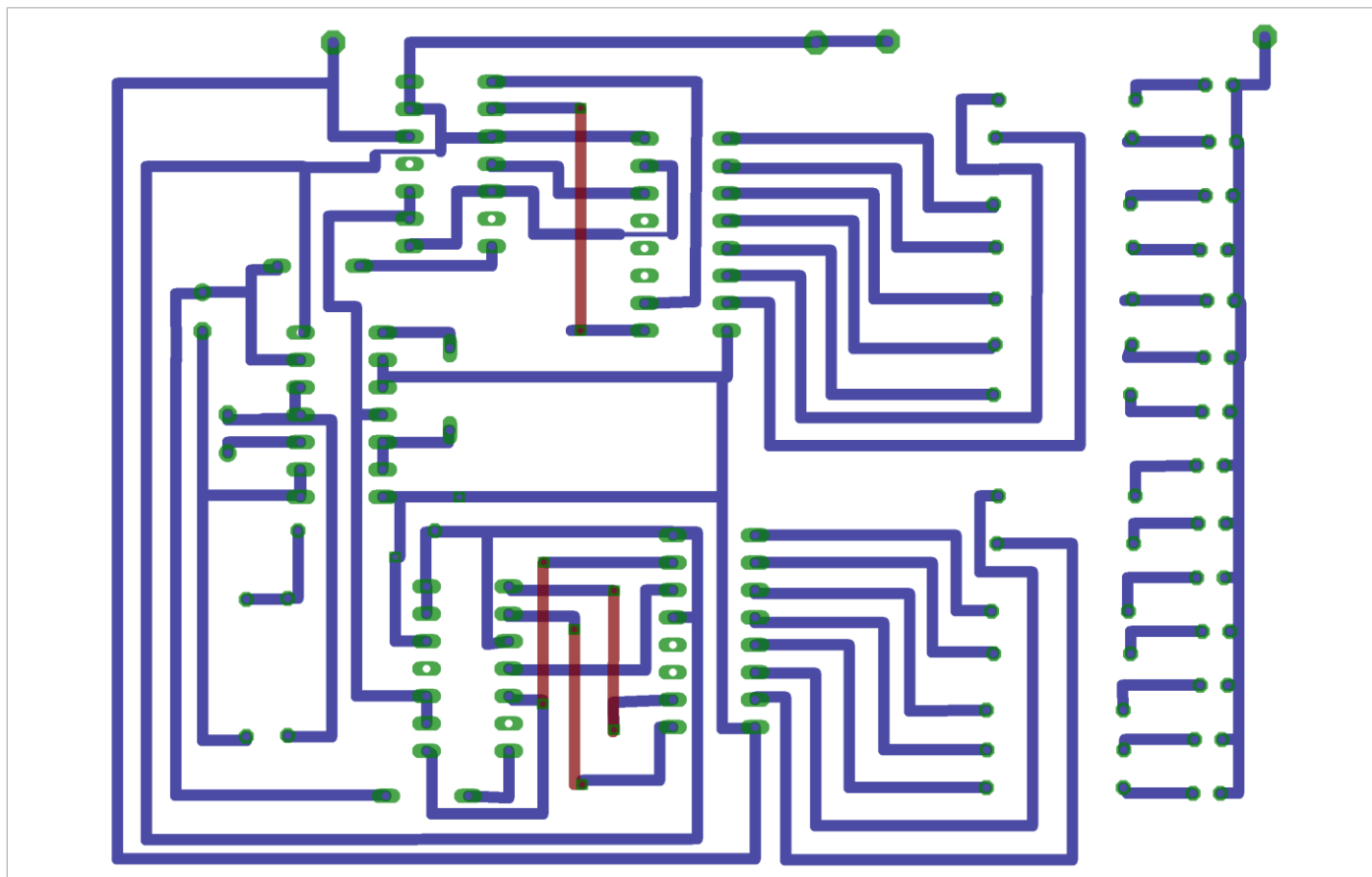
(schéma 1 – schéma zapojení)

2.3 Konstrukce hlavního plošného spoje

K návrhu plošného spoje jsem použil program EAGLE 6.5.0. V něm jsem nejprve navrhl destičku 80x80mm, ale po té uznal, že by se mi navrhovaný plošný spoj na destičku kreslilo špatně, tak mám rozvrhnutou destičku na rozměry 130x80mm, aby se mi lépe vyráběla. Konstrukce viz (obr. 2, 3)



(Obr. 2 – zapojení v boardu osazení)



(Obr. 3 – zapojení v boardu mirrored bez součástek)

3 Funkce integrovaných obvodů

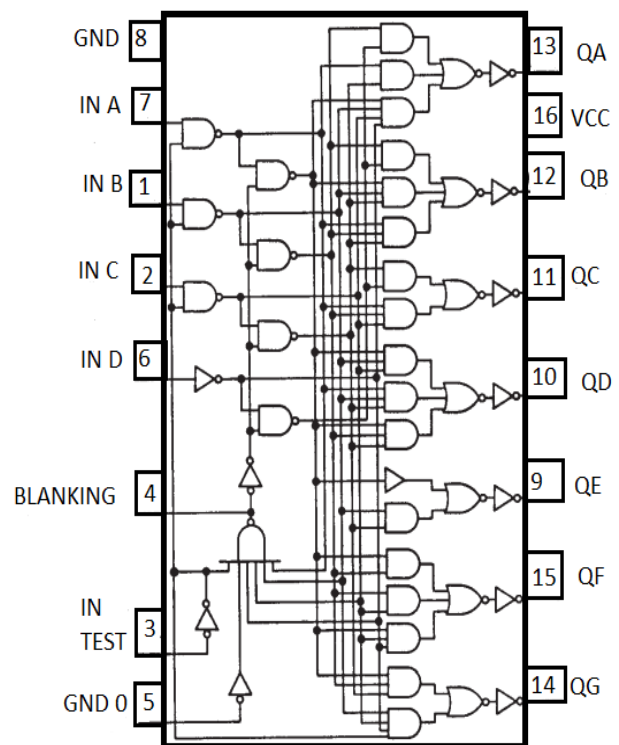
Použil jsem integrované obvody MH74SL47, MH74SL90 a MH74SL00, které dále popisují v dalších částech práce.

3.1 Integrovaný obvod MH74SL47

Může být napájen od 4.75V do 5.25V a má maximální odběr 40mA. Já ho napájím 5V.

Tabulka 1: Logická tabulka obvodu MH74SL47

VSTUP				VÝSTUP
In D	In C	In B	In A	ČÍSLO NA DISPLEJI
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9



(Obr. 4 – vnitřní zapojení IO MH74SL47)

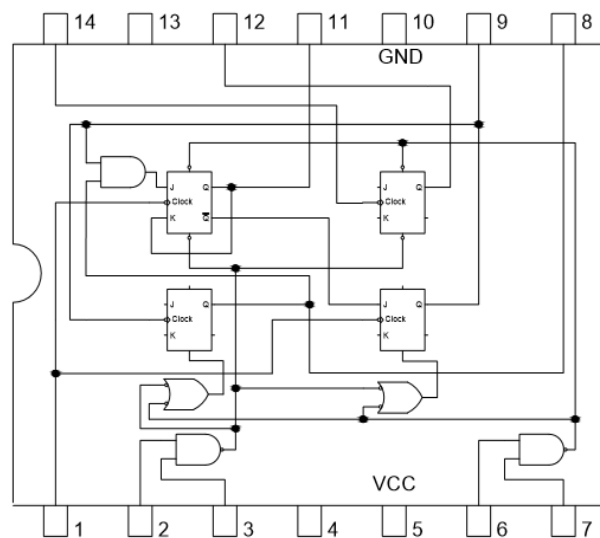
Tímto obvodem převádím BCD signál z binárního čítače na čísla displeje. BCD kód jsou vlastně normální číslice od 0 do 9, které zapisujeme právě v kódu BCD, kterému rozumí stroje. Obvod MH74SL47 je dekodér převádějící tento BCD kód na segmenty displeje, na kterém se pak zobrazí čísla.

3.2 Integrovaný obvod MH74SL90

Může být napájen od 4.75V do 5.25V s maximálním odběrem 39mA. Já ho napájím 5V. Tento obvod se také používá jako dělič kmitočtů.

Tabulka 2: Logická tabulka obvodu MH74SL90

VSTUP	VÝSTUP			
Počet kliků na tlačítka	QD	QC	QB	QA
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1



(Obr. 5 – vnitřní zapojení IO MH74SL90)

Na pin č. 14 přivedu přes tlačítko signál Log. 1 z oscilátoru. Při každém sepnutí tohoto spínače se změní hodnota výstupu o +1 v BCD kódu na výstupu. BCD kód je logický digitální signál, který představuje číslice 0, 1, 2, 3... atd. Díky tomuto kódu a takto nastavitelným hodnotám mohou určovat hodnotu číslic na displeji.

3.3 Integrovaný obvod MH 74SL00

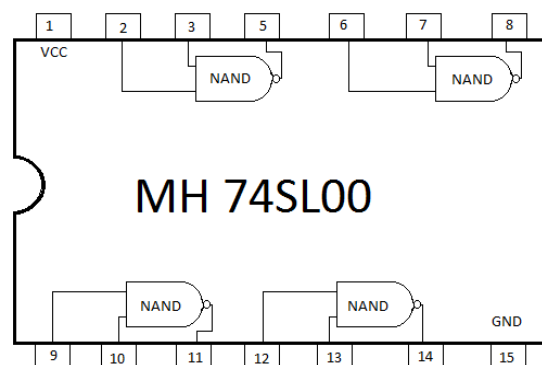
Z tohoto obvodu je udělaný oscilátor a reset čísel. Může být napájen od 4.5V do 5.5V a má maximální odběr 18mA. Já ho napájím 5V.

HM 7400 se skládá z násobících negovaných hradel NAND. Jeho pravdivostní tabulka je:

Tabulka 3: Logická tabulka obvodu MH74SL00

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

A=1 vstup
B=2 vstup
Y=vystup



(Obr. 6 – vnitřní zapojení IO MH74SL00)

Oscilátor je navržen tak, aby generoval logickou jedničku (cca 5V) a frekvenci 10Hz. Tato logická jednička přes spínač přivádí na vstupní pin integrovaného obvodu MH 7490. Tlačítko reset je udělané tak, aby se na resetovací pin integrovaného obvodu MH 7490 přivedla logická jednička, tím se obvody MH 7490 resetují a na LED displeji bude zobrazena 0.

4 Napájení a příslušenství

4.1 *Napájení obvodu*

Napájení LED diod v sedmi segmentovém displeji jsem zapojil přímo na 12V baterii. A integrované obvody přes stabilizátor LM7805, který stabilizuje napětí na 5V při maximální zátěži 1A, což bez problémů stačí, protože odhadovaný odběr integrovaných obvodů je 120mA.

4.2 *Baterie*

Jako akumulátor jsem použil 12V olověnou (gelovou) baterii s kapacitou 2.3Ah. Tu nabíjím pomocí 12V zdroje s výkonem 6W. Tyto baterie mají být nabíjeny maximálně 1/10 své kapacity, kvůli tomu je nabíjena „jen“ 0.23A. U zdroje mám použitou kontrolu nabíjení, z důvodu nepřebíjení baterie. K tomuto zapojení jsem přidal i indikátor nabití, aby bylo jasné, jak je akumulátor nabitý.

4.3 *Nabíječka a indikátor nabití*

Nabíječku a indikátor jsem navrhl tak, aby byli na jedné destičce a v jednom schématu (viz. Schéma 2).

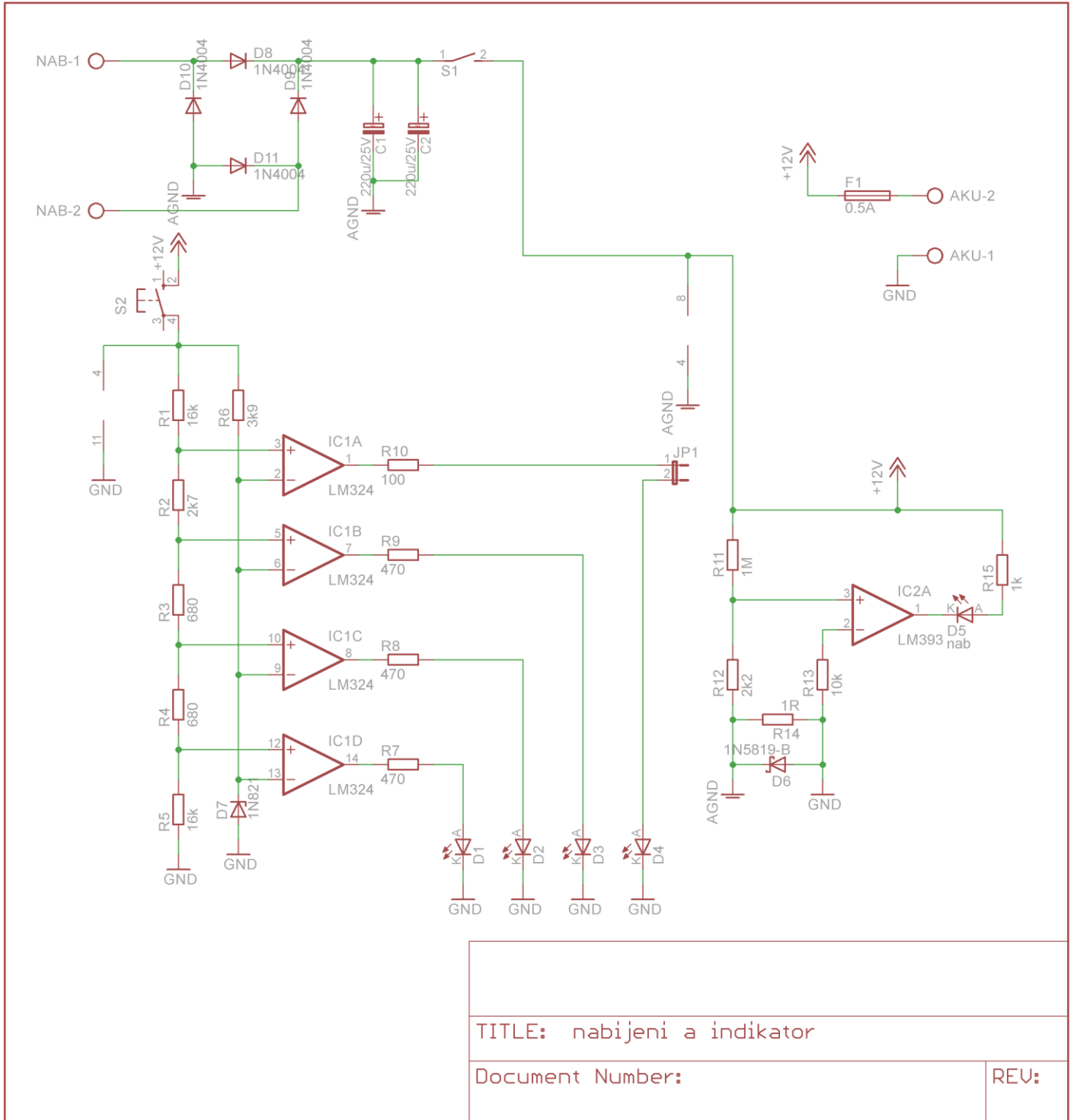
4.3.1. *Nabíječka*

Nabíječka je navrhnutá tak, aby při nabíjecím proudu menším jak 25mA (při kterém mohu předpokládat, že je baterie nabitá) zhasla LED5. Toto zapojení je navrženo na 12V olověnou baterii, kterou jsem použil.

4.3.2. *Indikátor nabití*

Indikátor je navrhnut tak, aby při sepnutí spínače S2 se zobrazilo na LED 1-4 úroveň nabití. Samozřejmě že vypínač S1 musí být v poloze nula.

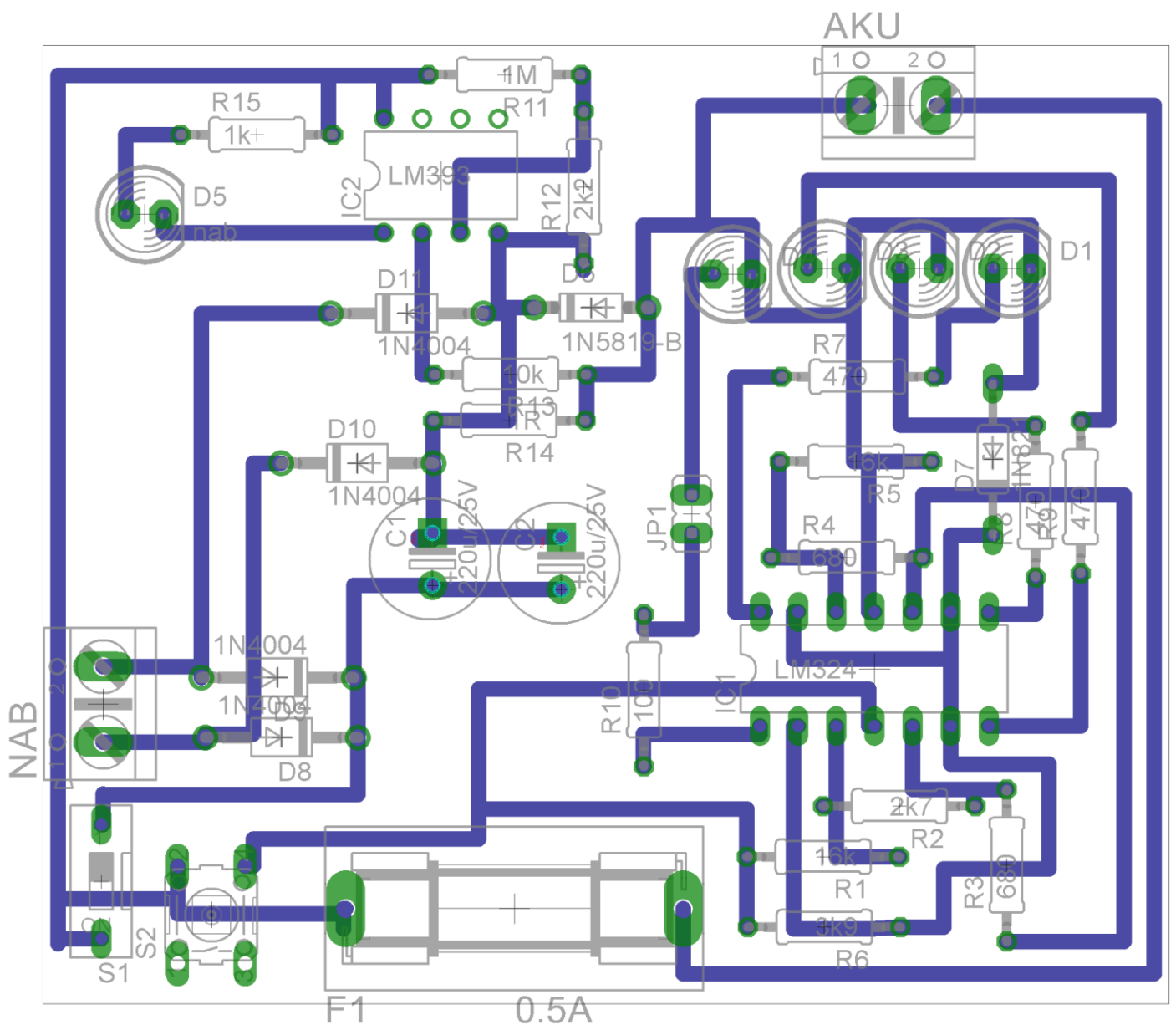
4.4 Schéma zapojení (nabíječka a indikátor nabití)



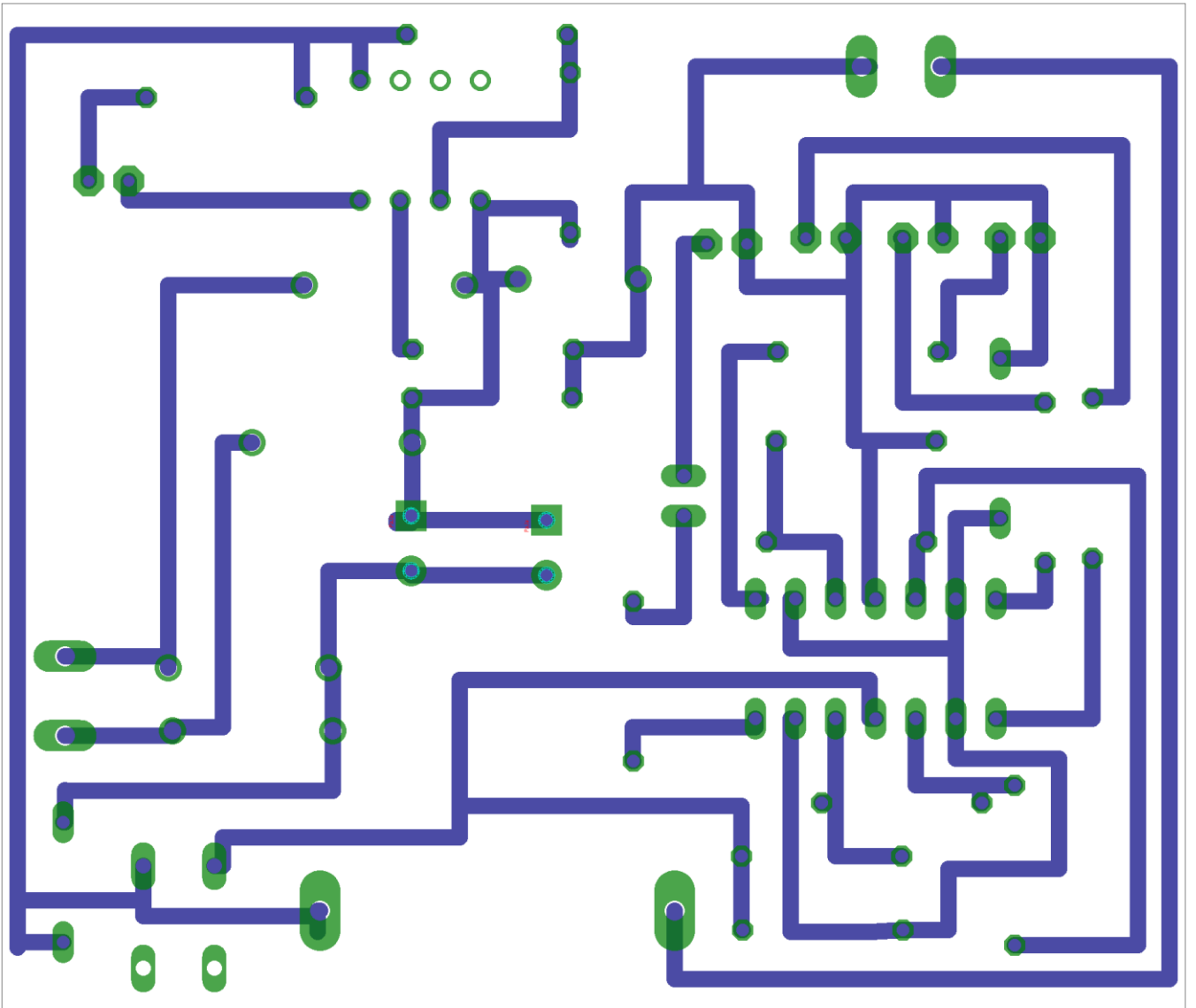
(schéma 2 – indikátor nabití + nabíječka)

4.5 Konstrukce ostatních plošných spojů

K návrhu plošného spoje jsem použil program EAGLE 6.5.0. V něm jsem navrhl destičku o rozměrech 90x60mm, snažil jsem se, aby deska vypadala co nejlépe. Konstrukce viz (obr. 7, 8)



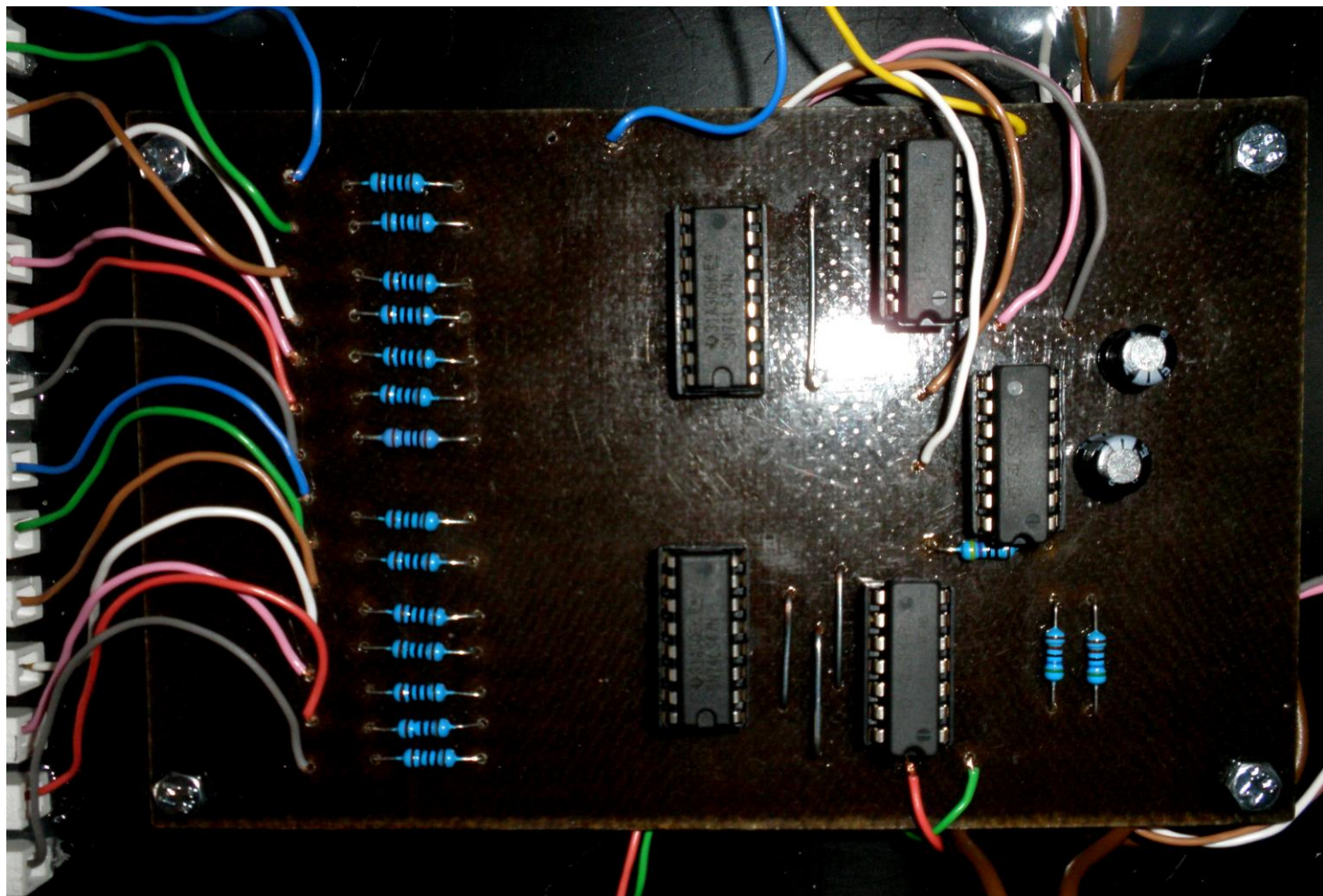
(Obr. 7 – zapojení v boardu osazení)



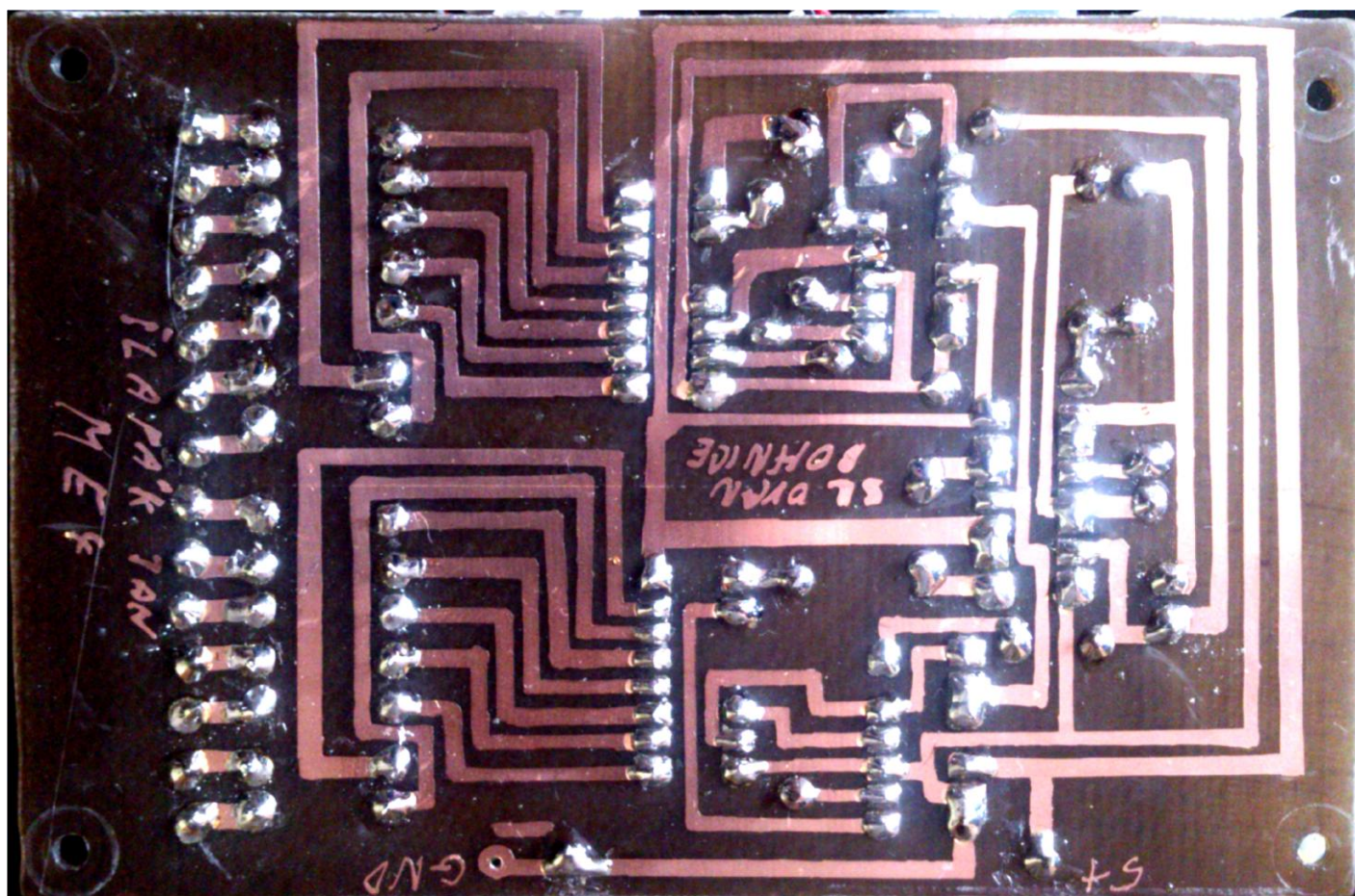
(Obr. 8 – zapojení v boardu mirrored bez součástek)

5 Sestrojení

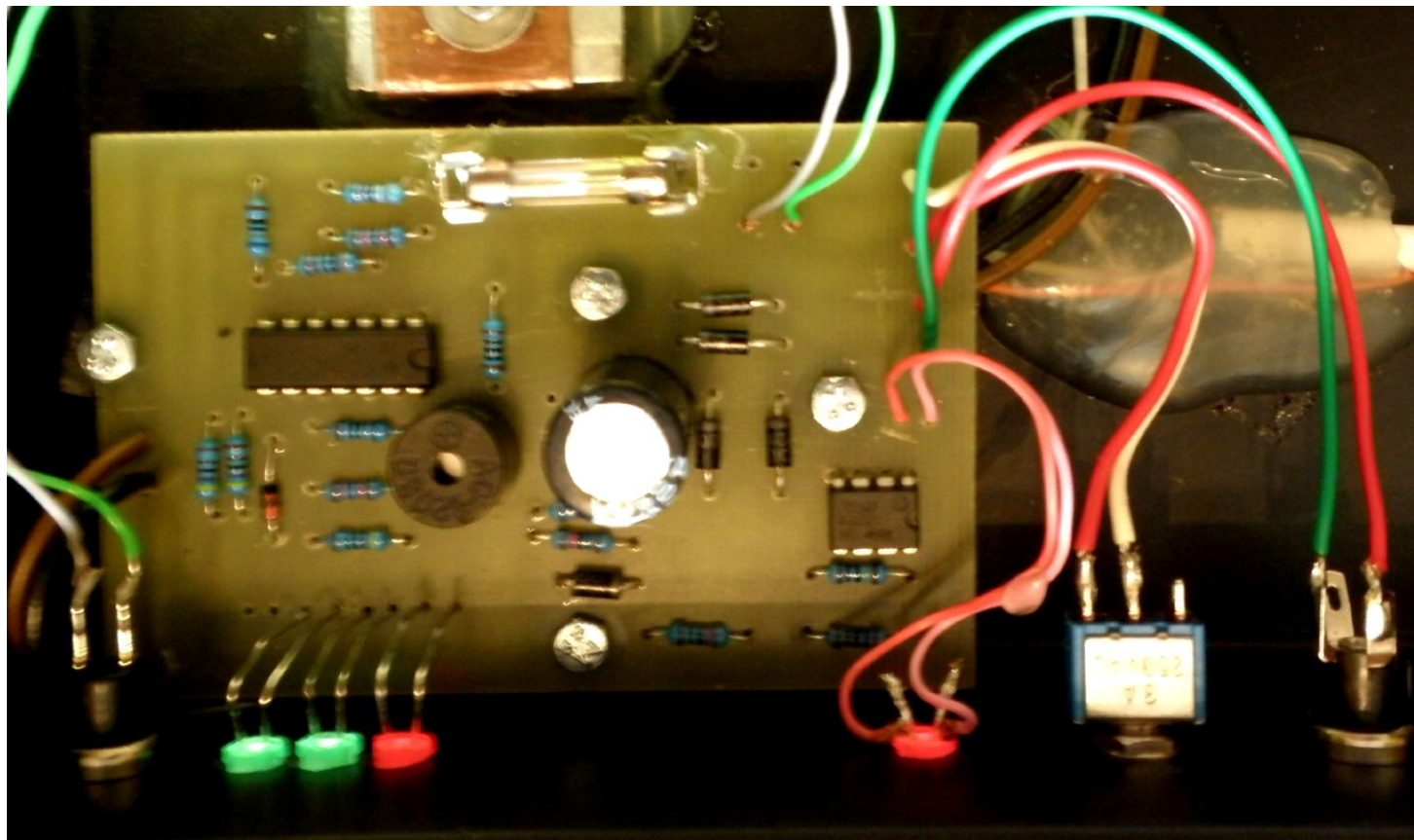
5.1 Zapájení všech obvodů



(Obr. 9 – deska na přepínání čísel součástky)



(Obr. 10 – deska na přepínání čísel spoj)



(Obr. 11 – deska nabíječky)

6 Měření

Tabulka 4: Logická hodnota na jednotlivých segmentech levého displeje (výstupy QA-QG jsou výstupy na obvodu MH7447)

Segmenty levý displej (1 - svítí, 0 - nesvítí)							
Číslice	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	0	0	1	1

Tabulka 5: Logická hodnota na jednotlivých segmentech pravého displeje (výstupy QA-QG jsou výstupy na obvodu MH7447)

Segmenty pravý displej (1 - svítí, 0 - nesvítí)							
Číslice	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	0	0	1	1

Tabulka 6: Odebíraný proud při zobrazení číslic - levý displej (červená strana)

ČÍSLO	BCD na vstupu MH7490	ODEBÍRANÝ PROUD [mA]
0	0001	24
1	0010	65
2	0011	110
3	0100	110
4	0101	90
5	0110	105
6	0111	100
7	1000	70
8	1001	125
9	1010	100

Tabulka 7: Odebíraný proud při zobrazení číslic - pravý displej (červená strana)

ČÍSLO	BCD na vstupu MH7490	ODEBÍRANÝ PROUD [mA]
0	0001	130
1	0010	62
2	0011	113
3	0100	110
4	0101	95
5	0110	110
6	0111	110
7	1000	76
8	1001	135
9	1010	105

Tabulka 8: Odebíraný proud při zobrazení číslic - levý displej (zelená strana)

ČÍSLO	BCD na vstupu MH7490	ODEBÍRANÝ PROUD [mA]
0	0001	24
1	0010	49
2	0011	80
3	0100	81
4	0101	71
5	0110	80
6	0111	80
7	1000	60
8	1001	100
9	1010	81

Tabulka 9: Odebíraný proud při zobrazení číslic - pravý displej (zelená strana)

ČÍSLO	BCD na vstupu MH7490	ODEBÍRANÝ PROUD [mA]
0	0001	100
1	0010	49
2	0011	80
3	0100	81
4	0101	71
5	0110	80
6	0111	80
7	1000	60
8	1001	100
9	1010	81

7 Seznam použitých součástek

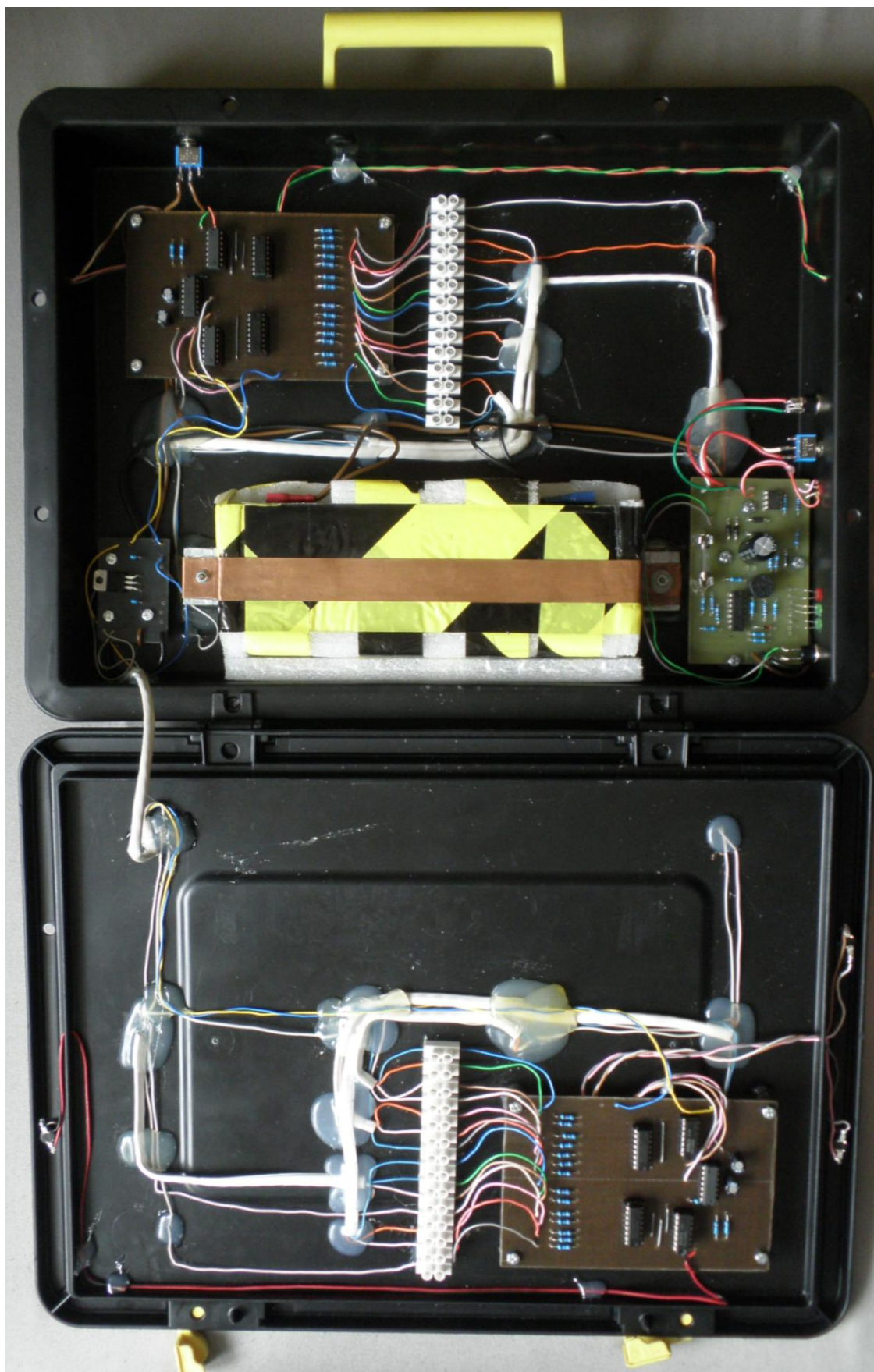
Ovládací deska pro displeje:

Název	Hodnota	Typ	Označení	Počet
IC4-5		HM7447	74SL47	4
IC2-3		HM7490	74SL90	4
IC1		MH7400	74AC00	2
Tlačítka		P-T250A	Des, Jed	6
Přepínač		P-KNX1	Zap,vyp	1
R1-R14	100	RRU 100R	R1-14	28
R15	470R	RRU 470R	R15	2
R16,17	10k	RRU 10k	R16,17	4
C1-2	47u	E47M/25VT	C1-2	4
LED	12V	Pasky	LED LA-PG	28

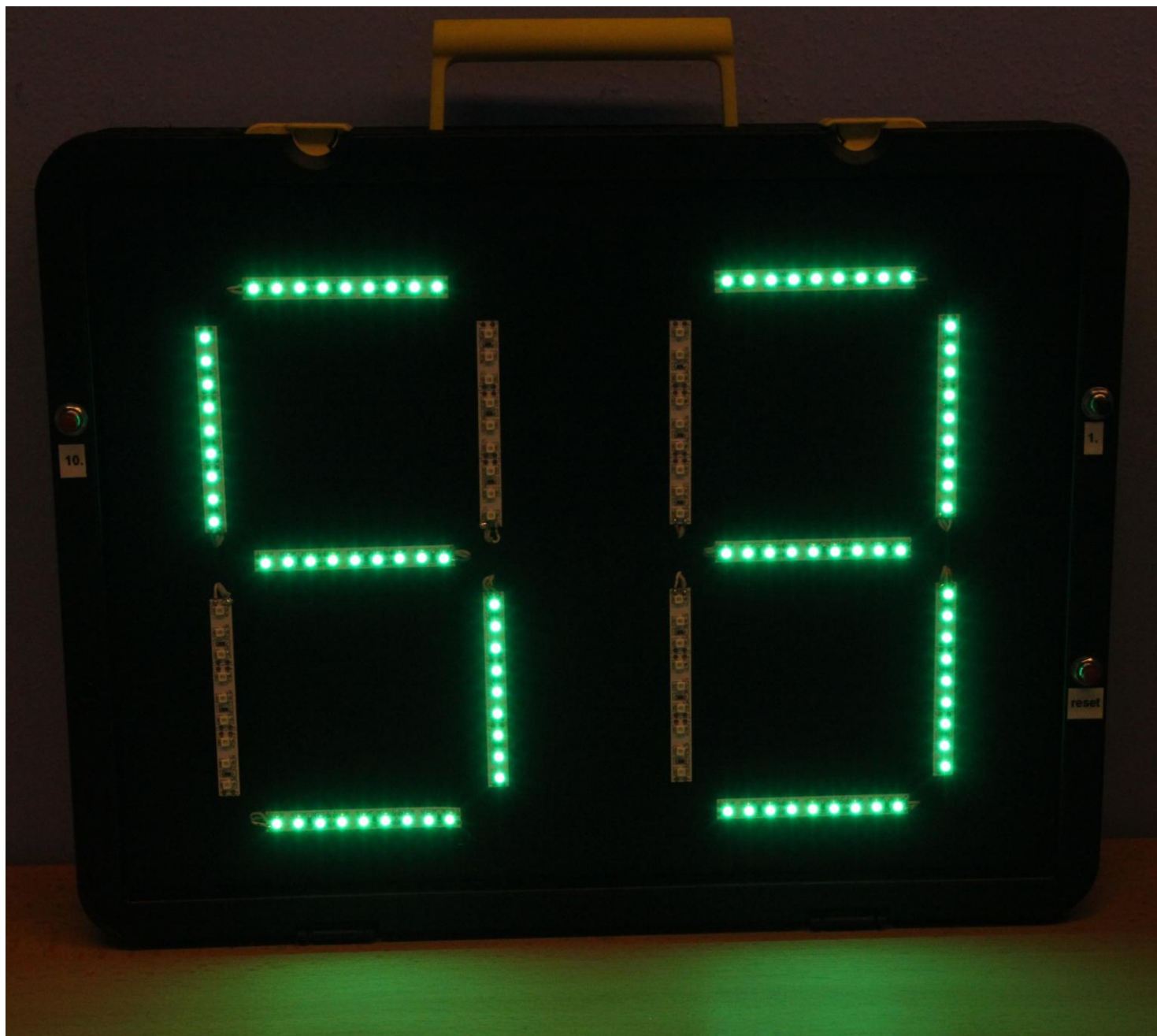
Indikátor nabíjení:

Tlačítka		P-T250A	Des, Jed	6
Název	Hodnota	Typ	Označení	Počet
Dioda	1A	1N4007	1N4004	4
LED	10mA	L-HLMP-3507	D1-5	4
C	2200u	E2200M/25VT	C1-2	1
R1,5	15k	RRU 15k	R1,5	2
R2	2k7	RRU 2k7	R2	1
R3-4	680R	RRU 680R	R3-4	2
R6	3k9	RRU 3k9	R6	1
R7-9	470R	RRU 470R	R7-9	2
R10	100R	RRU 100R	R10	1
R11	1M	RRU 1M	R11	1
R12	2k2	RRU 2k2	R12	1
R13	10k	RRU 10k	R13	1
R14	1R	RRU 1R	R14	1
R15	1k	RRU 1k	R15	1
Dioda	40V/1A	1N5819	1N58148	1
Dioda	5.1V	1N2021	1N2021	1
Pojistka	0.5A	FSF00.5	F1	1
IC1		LM324	IC1	1
IC2		LM393	IC2	1
Tlačítka		P-T250A	Des, Jed	1
Přepínač		P-KNX1	1. 0.	1

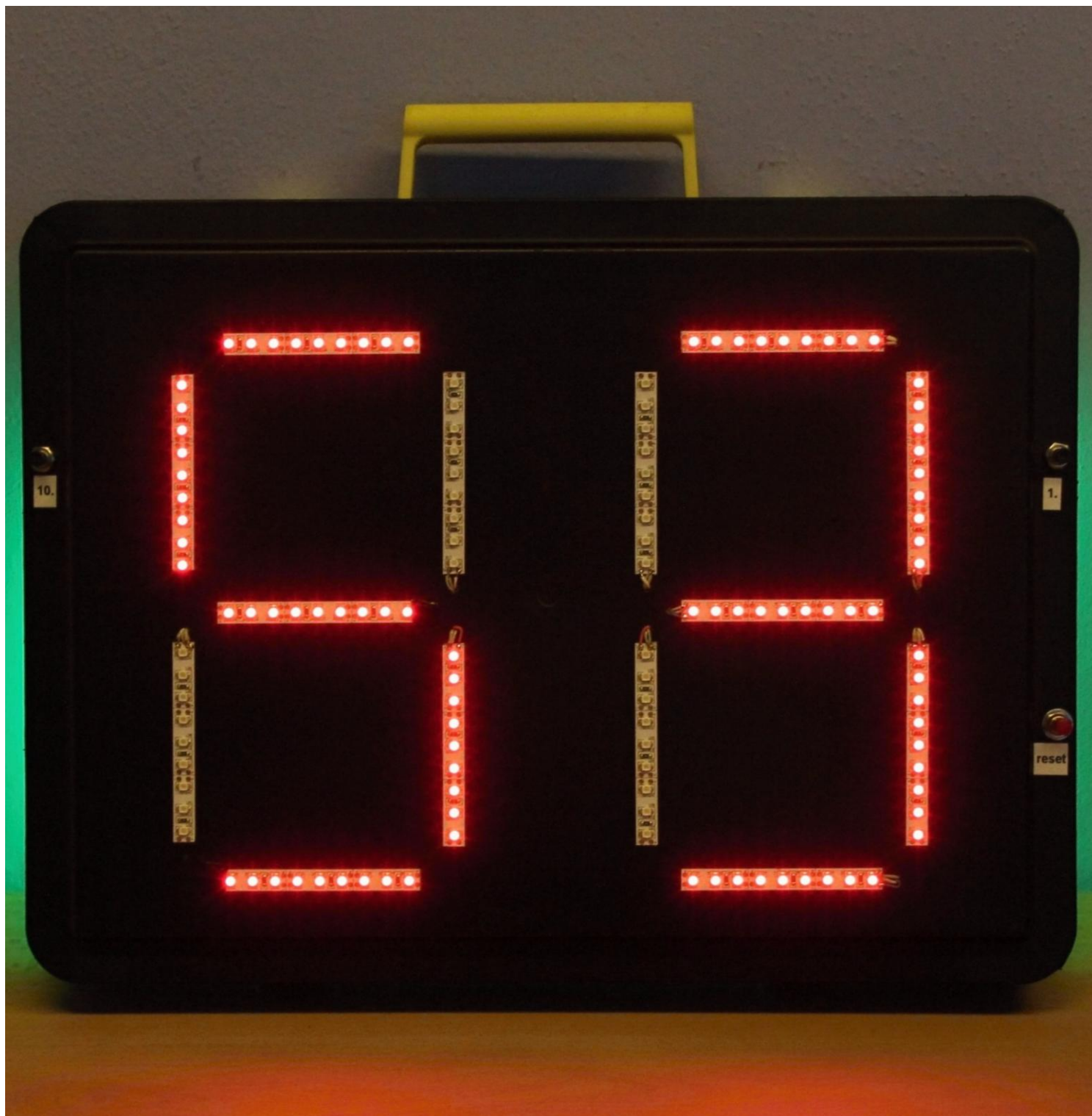
Finální obrázky:



(Obr. 12 – celkové zapojení uvnitř tabule)



(Obr. 13 - výsledek práce červená strana)



(Obr. 14 - výsledek práce červená strana)

Použitá literatura a odkazy

[Lit. 1] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/12608/ONSEMI/7400.html>

[Lit. 2] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/82082/ETC/7490.html>

[Lit. 3] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/80216/NSC/7447.html>

[Lit. 4] Amatérská rádia

