

**Vyšší odborná škola a Střední průmyslová  
škola elektrotechnická Olomouc,  
Božetěchova 3**

**PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH  
PŘEDMĚTŮ**  
Automatické řízení reflektorů

## **ZADÁNÍ**

Zde bude kopie zadání

Prohlašuji, že jsem praktickou zkoušku vypracoval samostatně a všechny prameny jsem uvedl v seznamu použité literatury.

.....

Ondřej Bulva

Chtěl bych vyslovit poděkování Ing. Zuzaně Veselé za odborné konzultace a poskytnuté informace.

.....

Ondřej Bulva

Prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé práce nebo její části se souhlasem školy.

.....

Ondřej Bulva

# OBSAH

Úvod.....	5
1. Jednočipové processory ATMEL rodiny 8051 .....	7
1.1. Blokové schéma .....	7
1.2. Použité procesory .....	7
2. Použitá obvodová řešení .....	8
2.1. Kompresor dynamiky .....	8
2.2. Dolní propust typu butterworth .....	8
2.3. Schmittův klopný obvod .....	10
2.4. Monostabilní klopný obvod s 555 .....	10
2.5. Astabilní klopný obvod s 555.....	11
3. Mechanické provedení: .....	12
4. Jednotlivé bloky .....	13
4.1. Síťový zdroj.....	13
4.2. BIOS-efektivní jednotka .....	15
4.3. Přepínací modul.....	24
4.4. Vstupní modul .....	29
4.5. Display.....	32
4.6. Ovládací panel .....	36
4.7. Výkonový spínací modul.....	38
5. Fotogalerie.....	41
Závěr .....	46
Seznam použité literatury a studijních materiálů .....	47

## ÚVOD

„Barevná hudba AT89“, jak je toto zařízení pracovně nazýváno vzniklo po mém setkání se zařízením s názvem „Barevná hudba pro diskotéky“ publikovaném v Amatérském rádiu PE 3/2002.

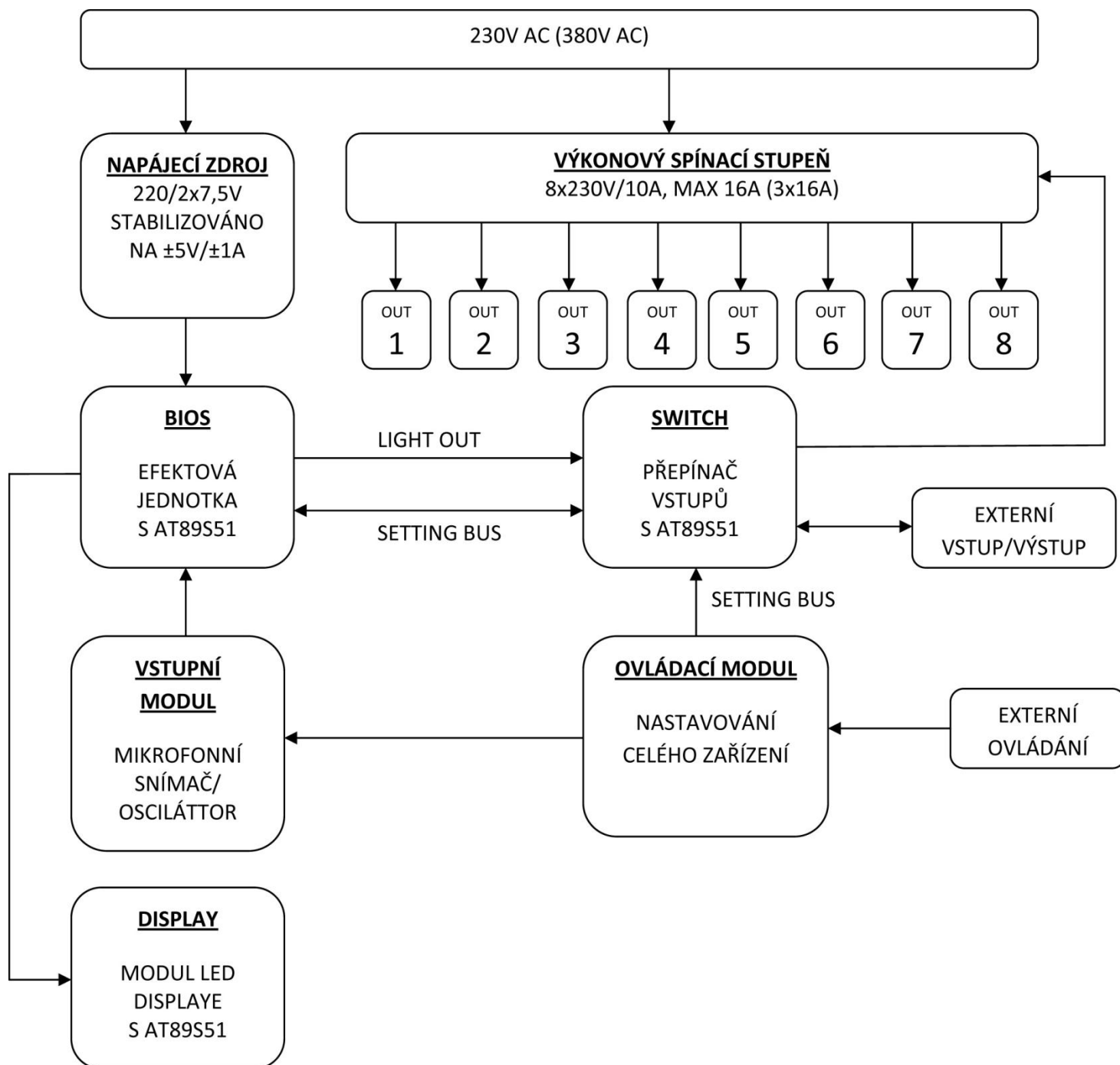
Zařízení tohoto typu se řadí mezi takzvané „chasery“. Chaser je zařízení spínající reflektory na 100% výkon většinou aktivně řízené podle rytmu hudby s předdefinovanými efekty. Na rozdíl od „dimerů“ (stmívačů), které dokáží regulovat svit reflektorů a většinou nemají možnost režimu řízení podle hudby bez nějakého externího zařízení. Na řízení světla se v profesionální branži nejčastěji používá protokol DMX, který se řadí mezi digitální sériové komunikace a disponuje 512 kanály, které se nastavují v rozmezí 0-255 (0-100%).

Vzhledem k tomu, že se aktivně věnuji ozvučování a technickému zajišťování zábavních akcí, podobné zařízení se mi velice hodilo, avšak profesionální tovární výrobky se pro mne cenou řadí do jiného vesmíru. Proto bylo reálnější podobné zařízení vyrobit. Publikované zařízení v Amatérském rádiu však pro mne bylo nedostatečné co se týče počtu výkonových výstupů a řešení řízení reflektorů, které se mi zdálo lehce „neohrabané“ a nedalo se jakkoli ovlivnit. Proto jsem se rozhodl podobné zařízení sestrojít na bázi jednočipového procesoru ATMEL rodiny 8051. Cílem bylo rozšířit počet výstupů na 8. Umožnit kontrolu funkce zařízení na přehledném displeji a možnost základního ovládání jako je výběr efektu, rozsvícení všech reflektorů, zhasnutí všech reflektorů, zamrazení zařízení a možnost selekce efektových skupin. Dalším požadavkem bylo, aby zařízení fungovalo samostatně a nebylo během produkce nutně závislé na jakémkoli ovládání. Disponuje také možností funkce v režimu MASTER/SLAVE. V režimu MASTER zařízení posílá výstup z procesoru na výkonový stupeň s triakem a zároveň na konektor, přes který se dá spojit s druhým stejným zařízením přepnutým do režimu SLAVE. Na druhém zařízením jsou v tomto režimu aktivní stejné reflektory jako na zařízení prvním a veškeré jeho ovládání a řízení je vyřazeno z provozu. Zařízení má možnost připojení externího dálkového ovládání po osmižilovém kabelu s konektory RJ45. Je možnost použít i nekřížený ethernetový kabel. Dalším cílem bylo celé zařízení umístit do hliníkového profilu, na kterém budou přímo připevněné reflektory, aby mohlo přímo sloužit jako světelná rampa. Musel být stanoven kompromis mezi velikostí výsledného profilu a velikostí DPS, aby se podařilo vměstnat všechny části dovnitř hliníkového jevlu a přitom nebyl příliš velký a těžký. Z těchto důvodů byl zvolen jevlu o vnějších rozměrech 80mm x 60mm, tloušťce stěny 4mm, a délce 2m. Tloušťka stěny by stačila i 2,5mm, ovšem dodavatel jevlu v tomto provedení nedodává v menších množstvích, než 500kg.

Zařízení se skládá ze 7mi částí:

- Síťový zdroj
- BIOS (efektivní jednotka)
- Přepínací modul
- Vstupní modul (mikrofonní snímač a generátor)
- Display
- Ovládací panel
- Výkonová jednotka s triaky

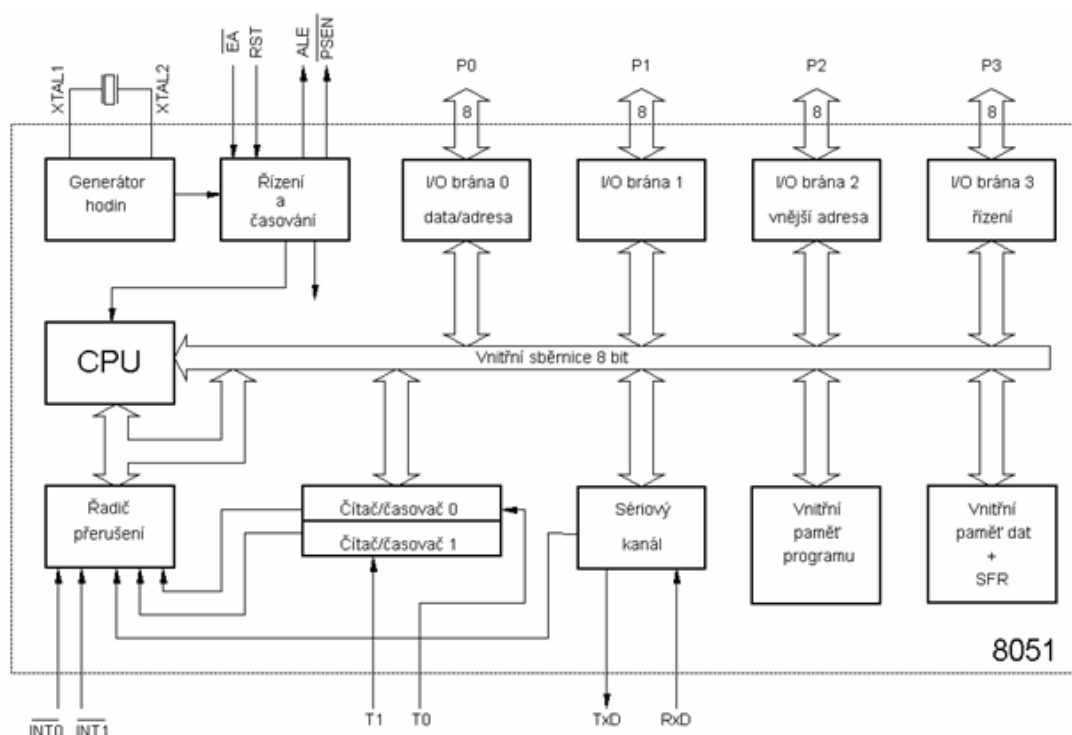
Blokové schéma níže popisuje strukturu zapojení:



# 1. JEDNOČIPOVÉ PROCESSORY ATMEL RODINY 8051

Procesor 8051 byl poprvé představen v roce 1980 a stal se ve své době nejrozšířenějším processorem pro embedded (vestavěné) aplikace. Architektura 8051 se používá dodnes, avšak není již vyráběna firmou Intel. Pro svou jednoduchost a univerzálnost se stal vzorem pro mnoho, které vyrábějí jeho klony. Tyto firmy vyrábějí různé klony s různým vybavením vstupně výstupních převodníků a ovladačů sběrnice, které jsou kompatibilní s 8051. Mezi nejvýznamnější výrobce patří firmy Atmel, Infineon (dříve Siemens), NXP (dříve Philips), Silicon Laboratories (dříve Cygnal) a Texas Instruments. V současné době processory rodiny 8051 nahrazují processory s AVR architekturou, které mají účinnější zpracovávání kódu a jsou mnohonásobně rychlejší, než staříčké 8051. Mezi nejrozšířenější patří procesory od firem Microchip, Zilog, Motorola (Fairchild), Texas Instruments.

## 1.1. BLOKOVÉ SCHÉMA



## 1.2. POUŽITÉ PROCESSORY

V zařízení jsou použity 3 processory od firmy atmel s typovým označením AT89S51. Jsou vybaveny 4mi osmibitovými vstupně-výstupními porty, vnitřní paměť flash o kapacitě 4kB, 2mi 16b čaovači, 6ti externími přerušeními a plně duplexní UART sériovou sběrnici. V příloze na CD je přiložen kompletní datasheet k danému processoru.

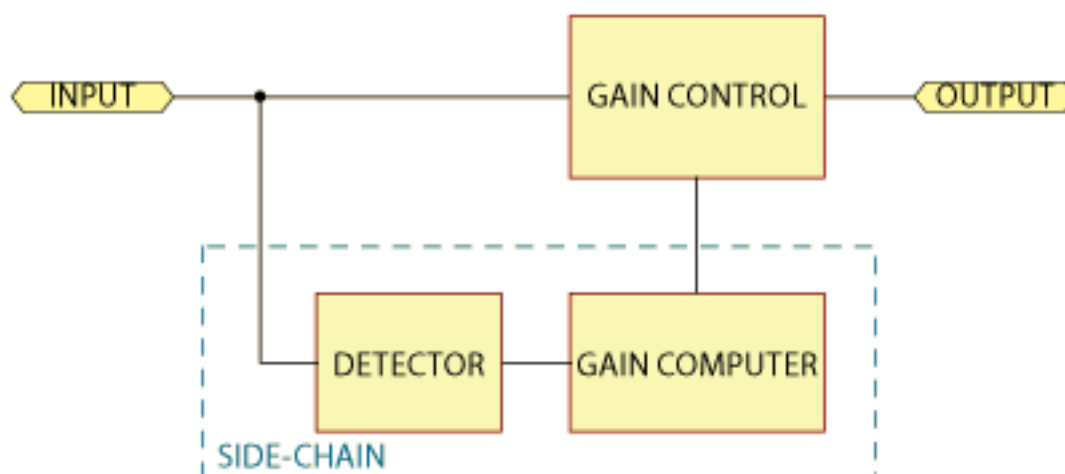
## 2. POUŽITÁ OBVODOVÁ ŘEŠENÍ

### 2.1. KOMPRESOR DYNAMIKY

Kompresor dynamiky je zařízení regulující své zesílení vstupního signálu, aby dosáhlo co možná nejkonstantnější úrovně výstupního napětí. Tím vyrovnává změny v hlasitosti mezi tichými a hlasitými částmi hudby. Při zařazení kompresoru za mikrofon docílíme konstantní hlasitosti snímaného zvuku a obvod se nepřebudí ani při velkém snímaném akustickém tlaku.

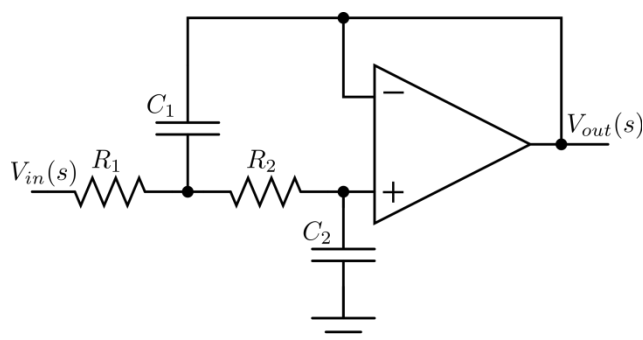
Kompresor definují hlavní parametry, kterými jsou TRESHOLD, RATIO a u lepších zapojení i ATTACK a RELEASE. Treshold udává úroveň, při které kompresor začíná regulovat své zesílení. Ratio udává poměr snížení signálu. Attack určuje dobu reakce na překročení hodnoty treshold a release dobu opětovného poklesu vstupního signálu pod hodnotu treshold. Kompresory se vyrábí povětšinou v integrované podobě, ovšem v tomto zařízení je využito zapojení s OZ využívající dělič řízený tranzistorem.

#### Obecné blokové schéma kompresoru dynamiky:



### 2.2. DOLNÍ PROPUST TYPU BUTTERWORTH

#### Schéma topologie Sallen-Key:





Dolní propust Butterworthova typu je frekvenční filtrpropouštějící frekvence pod  $f_H$  s nejméně zvlněnou frekvenční charakteristikou. V nf aplikacích se nejčastěji používá v digitálních filtrech a v analogových filtrech s topologií Sallen-Key. Topologie Sallen-Key je obecně topologie aktivních filtrů využívající kombinaci aktivních a pasivních elektronických součástek. Zde se místo cívek využívá vlastnosti operačních zesilovačů. Určujícím parametrem filtru je jakost  $Q$  a dělicí frekvence  $f$ . Vzhledem k tomu, že máme 4 neznámé a 2 parametry, při návrhu volíme fixně jeden rezistor a jeden kondenzátor. Druhé součástky určíme vztahem poměru k prvnímu určenému rezistoru a prvnímu určenému kondenzátoru, které označíme „ $m$ “ a „ $n$ “.

$$R_1 = mR$$

$$R_2 = R$$

$$C_1 = nC$$

$$C_2 = C$$

Vztahy pro výpočet pak mají tvar:

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot RC \cdot \sqrt{mn}}$$

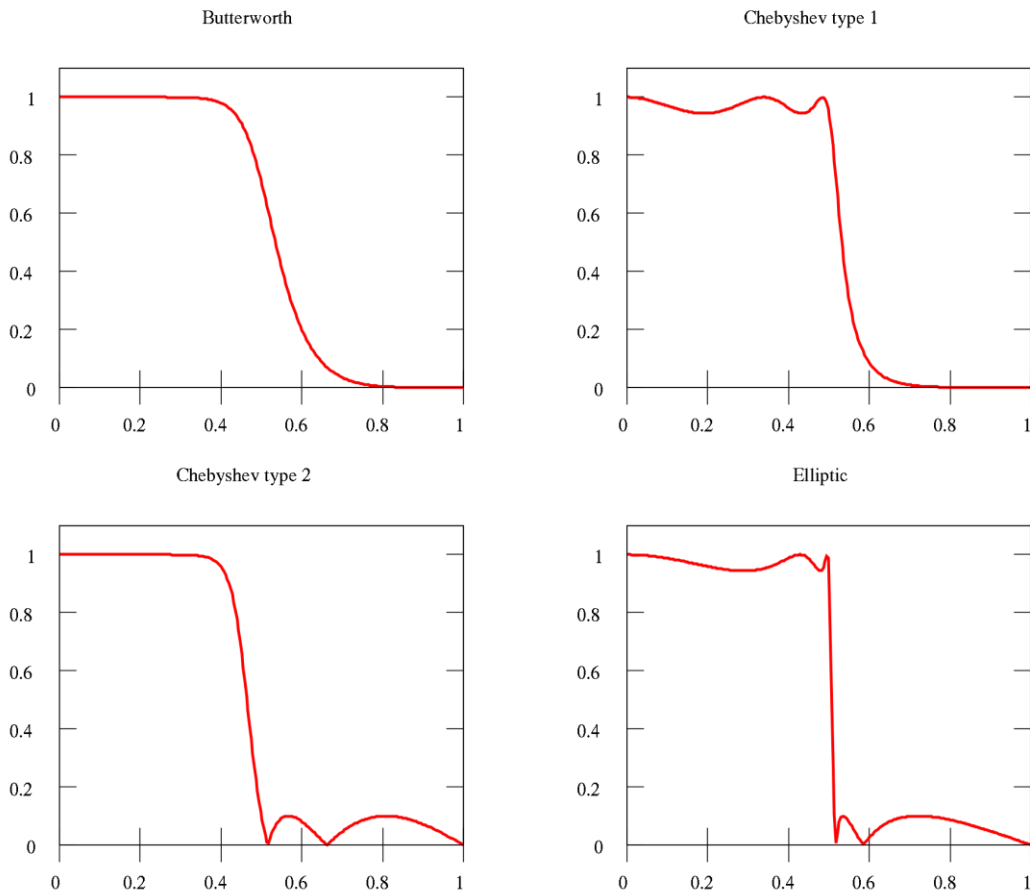
$$Q = \frac{\sqrt{mn}}{m+1}$$

Standardní vztahy pro výpočet:

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2}}{C_2 \cdot (R_1 + R_2)}$$

**Porovnání frekvenčních charakteristik různých filtrů:**



**2.3. SCHMITTŮV KLOPNÝ OBVOD**

Obvod má dva stabilní stavy, které se skokem mění při průchodu vstupního signálu nastavenou napěťovou úrovní na vstupu. Můžeme tak z analogového signálu, získat signál logický. Obvod se řadí mezi tzv. bistabilní klopné obvody.

**2.4. MONOSTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD S NE555**

Monostabilní klopný obvod má jeden stabilní stav, v němž může setrvat libovolně dlouho, spouštěcím impulsem (kratším než výstupní impuls) ho lze přepnout do kvazistabilního stavu, v němž setrvá po určitou dobu a poté se vrátí zpět do stabilního stavu. V tomto zařízení je použit monostabilní klopný obvod s multifunkčním obvodem NE555. Čas impulsu definuje vztah:

$$T = 1,1 \cdot RC$$

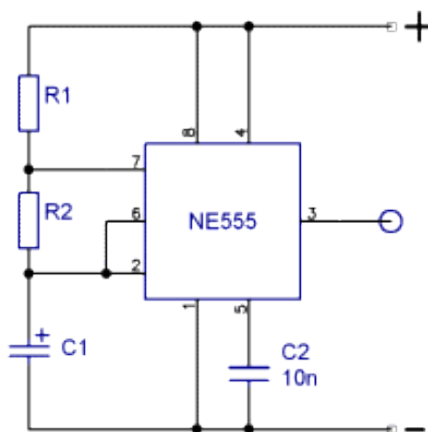
## 2.5. ASTABILNÍ KLOPNÝ OBVOD S NE555

Astabilní klopný obvod (multivibrátor) nemá žádný stabilní stav. Používají se jako generátory periodických impulsů. V tomto zařízení je použit astabilní klopný obvod s multifunkčním obvodem NE555. Externími součástkami definujeme frekvenci a střihu generovaného signálu. Je definován vztahy:

$$T_H = 0,693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C$$

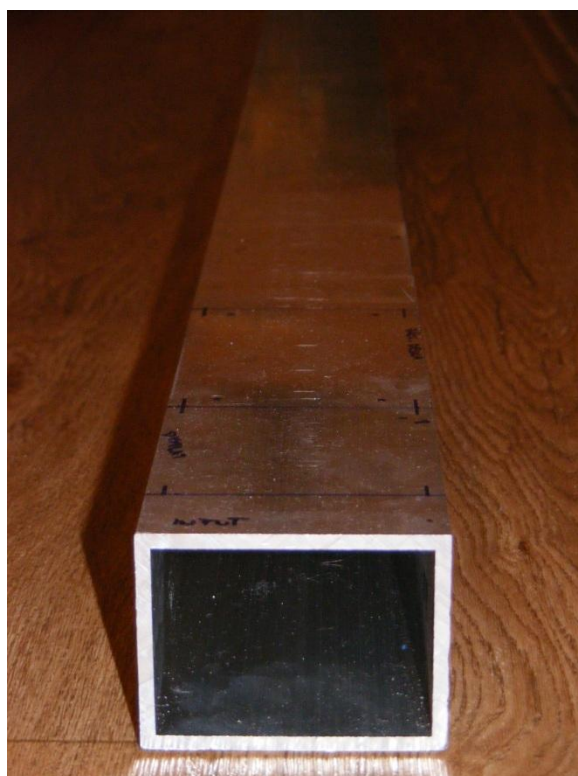
$$T_L = 0,693 \cdot R_2 \cdot C$$

Obecné schéma zapojení astabilního klopného obvodu s NE555:



### 3. MECHANICKÉ PROVEDENÍ:

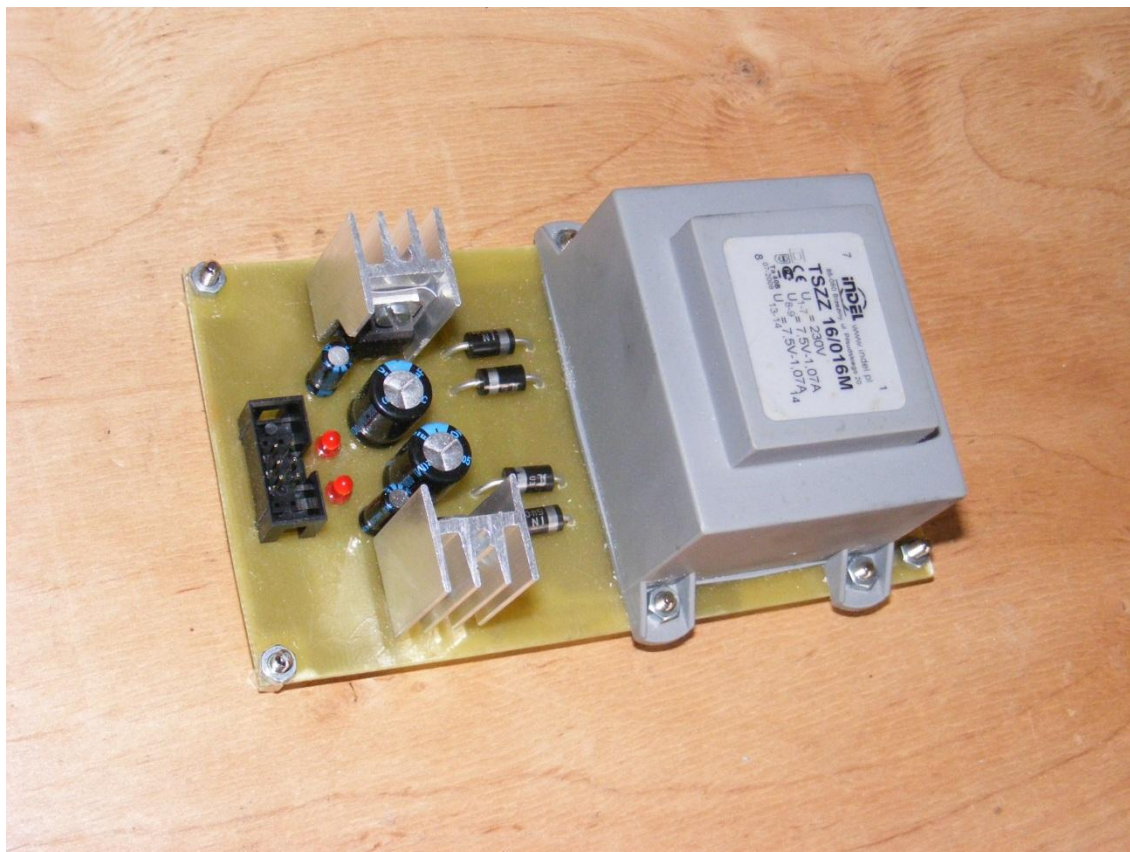
Veškerá elektronika je vestavěna uvnitř hliníkového jeklu o rozměrech 60x80x200mm a tloušťce stěny 4mm, která tvoří nosnou konstrukci pro zavěšení reflektorů. Dokáže nést 8 reflektorů PAR36 – PAR56 (některé typy i PAR64). Reflektory jsou našroubovány pomocí šroubů M10 a jejich jistění může být provedeno pomocí očka umístěného pod schuko zásuvkou, kterou jsou elektricky připojeny k zařízení. Zařízení může pracovat jak z 1-fázového, tak 3-fázového rozvodu. Při 1-fázovém rozvodu je maximální povolený příkon 3680W, což je 460W / kanál. Při 3-fázovém rozvodu je maximální povolené zatížení trojnásobné (předpokládá se jištění 16A). Zavěšení celého zařízení je možné pomocí 2 závěsných šroubů M8 s nosností 140kg



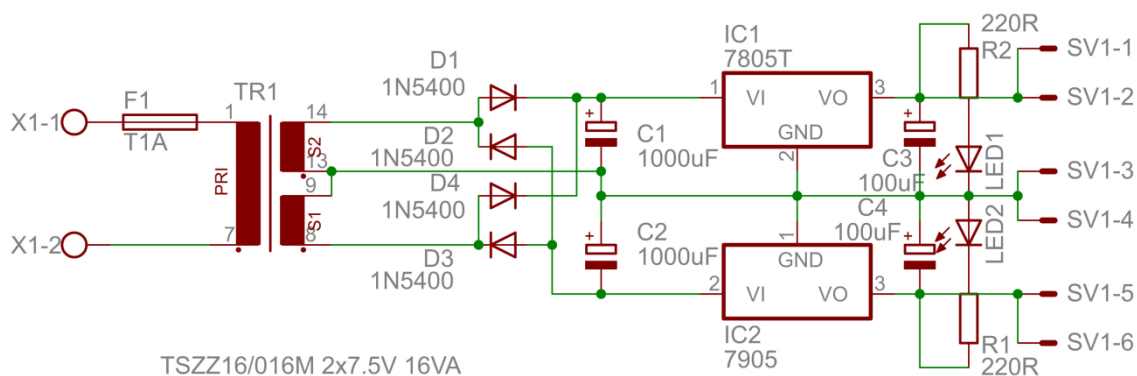
## 4. JEDNOTLIVÉ BLOKY

V následující kapitole jsou popsány funkce a zapojení jednotlivých bloků zařízení. Podrobnější výkresy DPS i s kótováním jsou přiloženy na CD ve formátu PDF a formátu eagle.

### 4.1. SÍŤOVÝ ZDROJ



**Schéma:**



Síťový zdroj zajišťuje napájení veškerých obvodů v tomto zařízení. Vzhledem k použití jednočipu s napájením 5V a potřebou symetrického napájení bylo zvoleno napájecí napětí  $\pm 5V$ . O převod se stará transformátor 2x7,5V 2x1A. Napětí je posléze usměrněno, vyfiltrováno a stabilizováno na potřebných  $\pm 5V$ . Záporná napájecí větev je potřebná jen pro správný chod operačních zesilovačů ve vstupním modulu. Kladná napájecí větev je více zatížena, a proto je pro stabilizaci použit stabilizátor s možným zatížením až 2A, oproti záporné větvi, kde je stabilizátor s maximálním povoleným proudem 1A, což pro napájení OZ bohatě vystačuje. Stabilizátory jsou použity integrované řady 78xx a 79xx, které sice do napájení zavádí lehký šum, ale pro tuto aplikaci jsou dostačující.

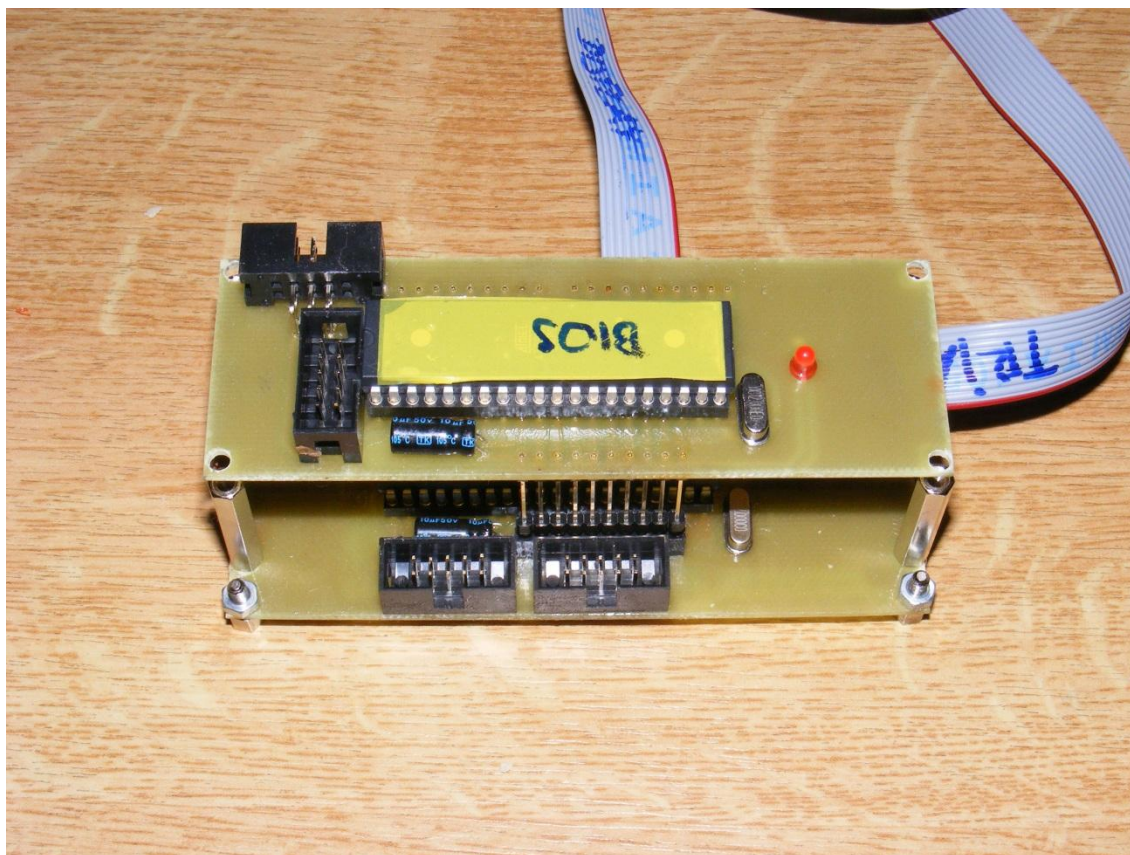
**Seznam součástek:**

Označení	Hodnota	Pouzdro
C1	1000uF	E5-10,5
C2	1000uF	E5-10,5
C3	100uF	E2,5-7
C4	100uF	E2,5-7
D1	1N5400	DO201-15
D2	1N5400	DO201-15
D3	1N5400	DO201-15
D4	1N5400	DO201-15
F1	T1A	TR5
IC1	78S05	TO220H
IC2	7905	TO220H
LED1	RED	LED3MM
LED2	RED	LED3MM
R1	220R	M1206
R2	220R	M1206
SV1		ML6
TR1	2x7.5V	EI54-2B
X1		W237-102

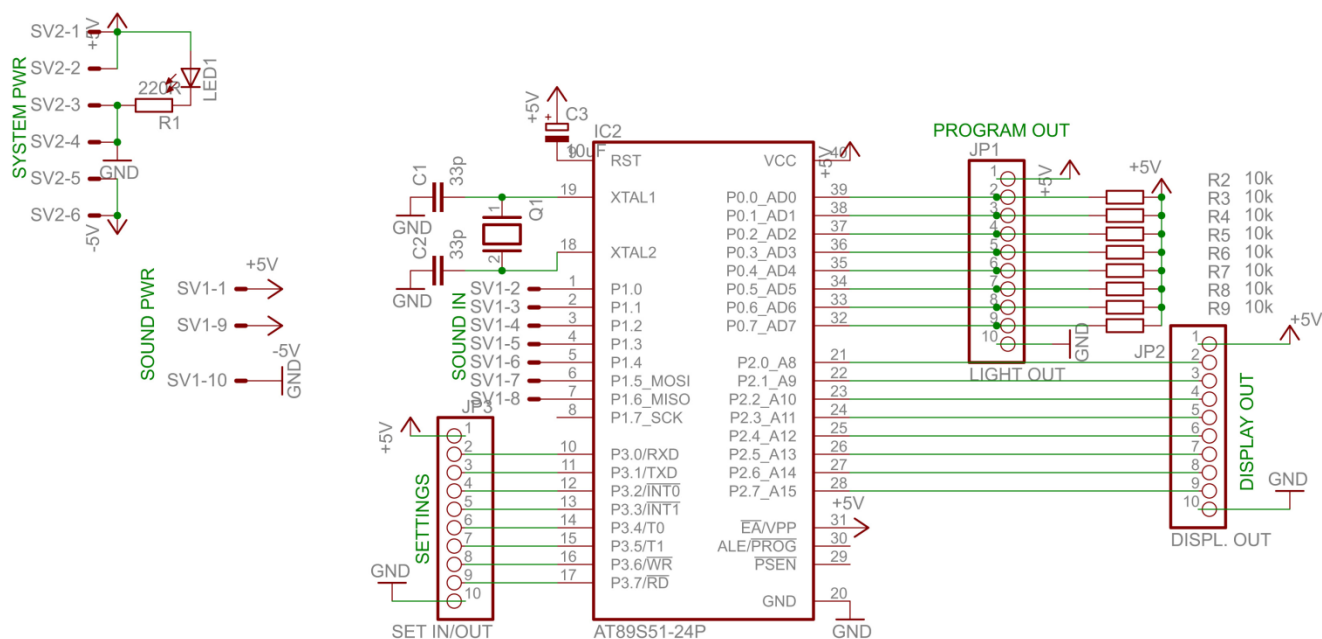
**Tabulka 1:** Tabulka obsazení konektorů.

Číslo pinu	SV1
1,2	-
3,4	+5V
5,6	GND
7,8	-5V
9,10	-

## 4.2. BIOS-EFEKTOVÁ JEDNOTKA



**Schéma:**



Srdcem celé této jednotky je mikroprocesor AT89S51, v jehož paměti jsou nahrány veškeré efekty. Efektová jednotka disponuje 4mi 10pin konektory MLW.

SV2 je osazen pouze 6ti piny a slouží k přivedení napájecího napětí ze zdroje. Z tohoto modulu je napájecí napětí rozvedeno plochými kabely spolu s datovými vstupy a výstupy k ostatním zařízením.

Na portu P1 processoru je realizován vstup ze vstupního modulu přes konektor SV1. Tímto konektorem jsou přiváděny impulsy z oscilátoru s 555, mikrofonního snímače a také jejich kombinace volitelná přepínačem S2 na ovládacím panelu. Další 4 zbylé piny jsou využity na volení efektových skupin, které se nastavují na DIP spínači na ovládacím panelu na pinech 7-10. Při příchodí úrovni H na stanoveném bitu portu P1 a následná změna na úroveň L vyvolá spuštění efektu a provedení jedné smyčky, nebo cyklu efektu, podle toho, jak je celý efekt proveden. Program efektu a vývojový diagram efektu můžete vidět na další straně. Efekty nejsou umístěny v hlavní program, ale volají se funkcí CALL. Přepínání mezi efekty je pomocí funkce JMP. Všechny efekty mají vnořený strobo efekt, který se dá zapnout při běhu jakéhokoli efektu a po jeho vypnutí se vrátí zpět do efektu, z kterého byl zavolán. Hlavní program tedy obsahuje jen seznam efektů a počáteční inicializaci zařízení při zapnutí, která zabraňuje nekorektnímu chování celého zařízení do doby, než kompletně naběhnou všechny moduly do stavu vhodného pro provoz.

Z portu P0 je vyveden výstup na řízení reflektorů do přepínacího modulu. Jako jediný musí být opatřen pull-UP rezistory. Ostatní porty mají interní.

Port P2 slouží k odesílání dat v hodnotách 0-255 do displeje, kde se dekodují. Konektor pro připojení displeje je umístěn na přepínacím modulu.

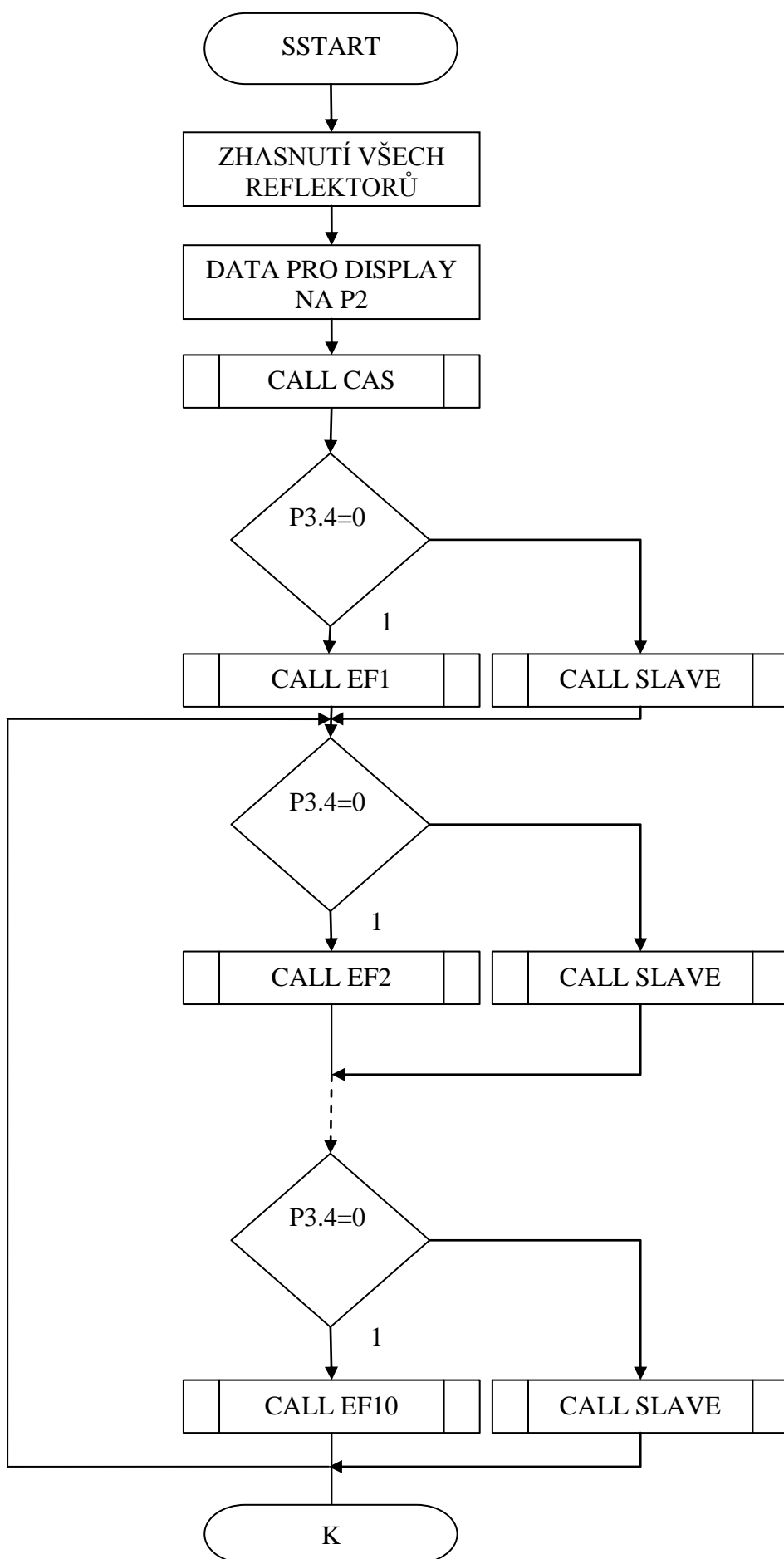
Port P3 slouží jako vstupní pro nastavování a řízení a je průchozí z ovládacího panelu přes přepínací modul až do tohoto modulu.



**Hlavní program efektové jednotky:**

SSTART:	MOV P0,#255	;počáteční zhasnutí všech reflektorů
	MOV P2,#255	;data pro display „ON“
	CALL CAS	;čas naběhnutí všech částí systému
	JNB P3.4,MAIN	;testování režimu slave
	CALL SLAVE	;volání podprogramu slave
MAIN:	CALL EF1	;volání prvního efektu
	JNB P3.4,SLL2	;kontrola aktivního režimu slave, když ne, skáče na efekt 2
	CALL SLAVE	;volání podprogramu slave
SLL2:	CALL EF2	
	JNB P3.4,SLL3	
	CALL SLAVE	
SLL3:	CALL EF3	
	JNB P3.4,SLL4	
	CALL SLAVE	
SLL4:	CALL EF4	
	JNB P3.4,SLL5	
	CALL SLAVE	
SLL5:	CALL EF5	
	JNB P3.4,SLL6	
	CALL SLAVE	
SLL6:	CALL EF6	
	JNB P3.4,SLL7	
	CALL SLAVE	
SLL7:	CALL EF7	
	JNB P3.4,SLL8	
	CALL SLAVE	
SLL8:	CALL EF8	
	JNB P3.4,SLL9	
	CALL SLAVE	
SLL9:	CALL EF9	
	JNB P3.4,SLL10	
	CALL SLAVE	
SLL10:	CALL EF10	
	JNB P3.4,SLL11	
	CALL SLAVE	
SLL11:	JMP MAIN	

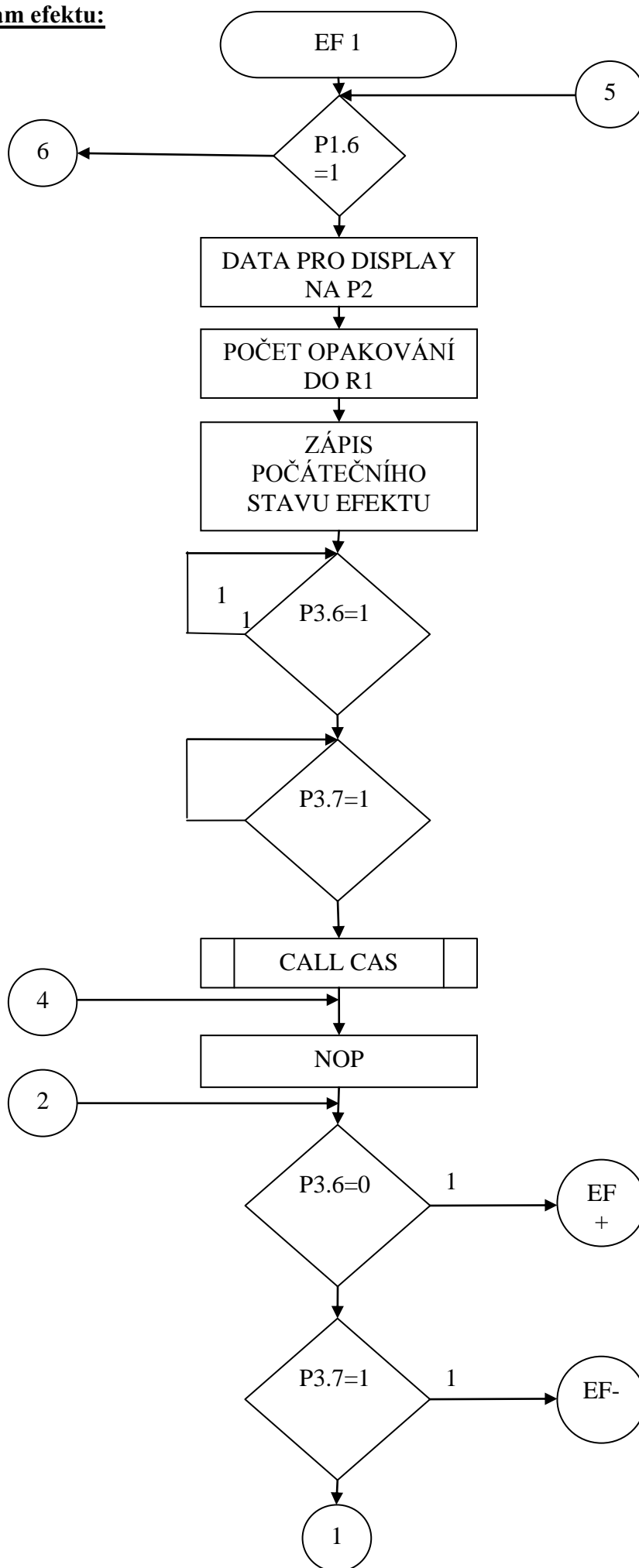
**Vývojový diagram hl. programu:**

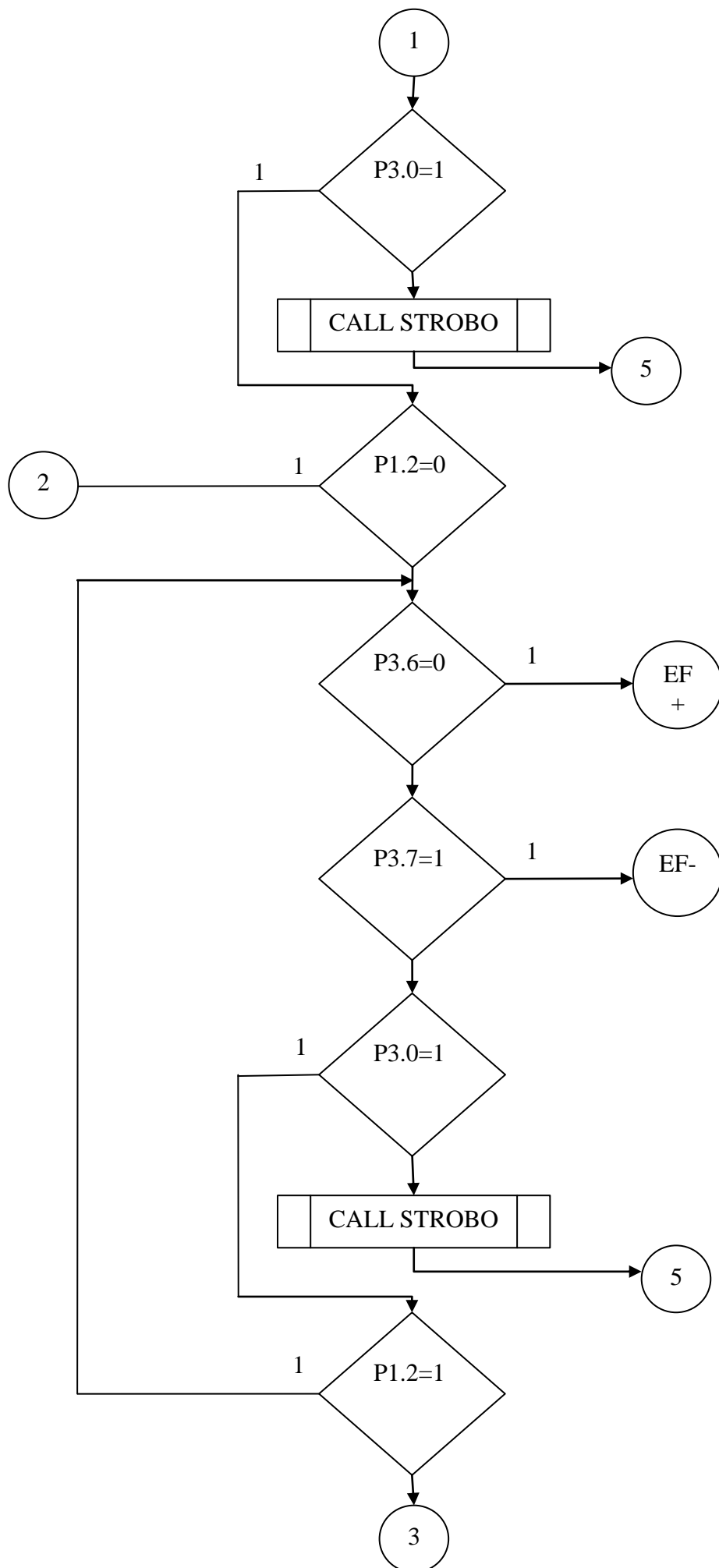


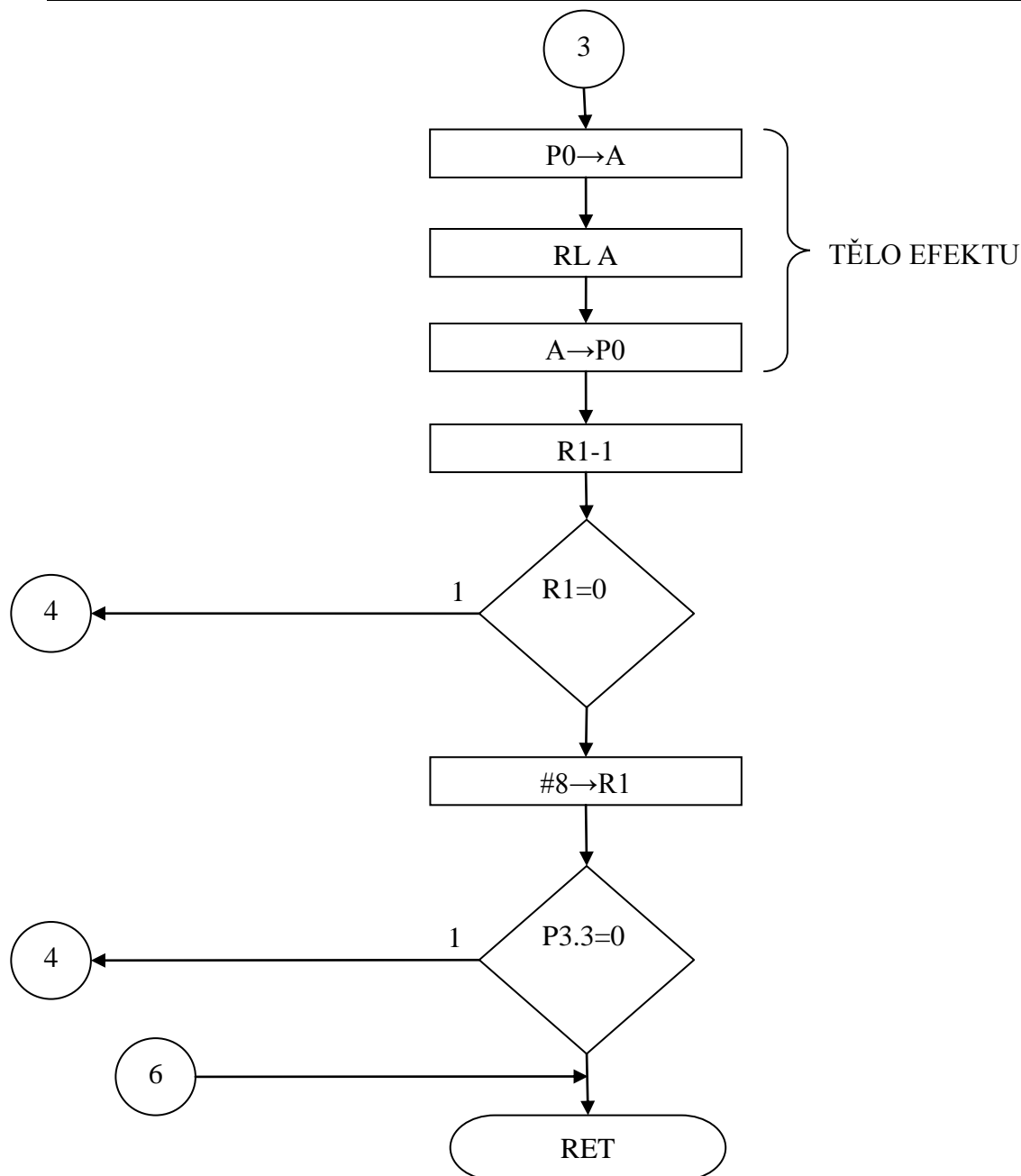
**Podprogram efektu:**

EF1:	JB,P1.6,ENDF1	;kontrola skupiny
	MOV P2,#1	;odeslání dat do displeje
	MOV R1,#8	;nastavení počtu opakování efektu
	MOV P0,#11111110B	;počáteční stav reflektorů
SE10:	JNB P3.6,SE10	; ošetření nechtěného držení tlačítka
SE11:	JNB P3.7,SE11	
	CALL CAS	;ošetření nechtěného držení tlačítka
EL1:	NOP	;začátek těla efektu
JM10:	JNB P3.6,EF2	;efekt vpřed (EF-)
	JNB P3.7,B1	;efekt vzad (EF-)
	JB P3.0,ST10	;přepínání na strobo efekt
	CALL STROBO	;volání strobo efektu
	JMP EF1	;opětovná inicializace po navrácení z efektu strobo
ST10:	JNB P1.2,JM10	;kontrola úrovně H
JM11:	JNB P3.6,EF2	;efekt vpřed (EF-)
	JNB P3.7,B1	;efekt vzad (EF-)
	JB P3.0,ST11	;přepínání na strobo efekt
	CALL STROBO	;volání strobo efektu
	JMP EF1	;opětovná inicializace po navrácení z efektu strobo
ST11:	JB P1.2,JM11	;kontrola úrovně L
	MOV A,P0	; P0→A
	RL A	;rotace A
	MOV P0,A	;A→P0
	DJNZ R1,EL1	;kontrola počtu opakování
	MOV R1,#8	;data do R1 při zamknutém efektu
	JNB P3.3,EL1	;vrátí se na tělo efektu při zamčení
ENDF1:	RET	;návrat do hlavního programu

**Vývojový diagram efektu:**







Vývojový diagram je pro všechny efekty téměř totožný. Jediné v čem jsou jednotlivé efekty odlišné je tělo efektu. Tělo efektu určuje, co za světelný efekt zobrazují reflektory, jak je efekt prováděn a zdali je zdrojem impulsů mikrofonní obvod, oscilátor s 555, nebo jejich přepínatelná kombinace (dále jen „MIC/OSC“). Efekty jsou rozděleny do 4 skupin.

1. Skupina efektů obsahuje „náhodné“ rozsvícování reflektorů, které na první pohled nejeví žádný systém. Je řízena z přepínatelného zdroje MIC/OSC.
2. Skupina efektů reflektory rozsvícuje postupně s viditelným systémem. Např. rotace bodu, rotace skupiny, rozsvícování symetricky od středu atd. Efekt je řízen z přepínatelného zdroje MIC/OSC.
3. Skupina efektů obsahuje pohyblivé efekty. Při reakci na vstup se spustí sekvence efektu, ve které například přeběhne bod zleva doprava definovanou

rychlostí. To znamená, že postupně probliknou reflektory 1-8. Rychlost přeběhu je dána interním časem, nebo vstupem z oscilátoru.

- Skupina efektů jsou strobo a flash efekty. Je zde docíleno funkce stroboskopu a tzv. blinderu, kdy svit všech reflektorů oslní obecenstvo, nebo nasvítí dav pod pódiem.

**Seznam součástek:**

Označení	Hodnota	Pouzdro
C1	33p	C1206K
C2	33p	C1206K
C3	10uF	E2-4
IC2	AT89S51-24P	DIL40
JP1	LIGHT OUT	1X10
JP2	DISPL. OUT	1X10
JP3	SET IN/OUT	1X10
LED1	RED	LED3MM
Q1	12MHz	QS
R1	220R	M1206
R2	10k	R0603
R3	10k	R0603
R4	10k	R0603
R5	10k	R0603
R6	10k	R0603
R7	10k	R0603
R8	10k	R0603
R9	10k	R0603
SV1		ML10L
SV2		ML6

**Tabulka č.2:** Tabulka obsazení I/O konektorů a portů jednočipu.

Pin	SV1	SV2	Pin CPU	JP1	Pin CPU	JP2	Pin CPU	JP3	Pin CPU
1	-	+5V	-	+5V	-	+5V	-	+5V	-
2	-	MIC	P1.0	REF1	P0.0	dD0	P2.0	STROBO	P3.0
3	+5V	OSC	P1.1	REF2	P0.1	dD1	P2.1	FREEZE	P3.1
4	+5V	MIC/OSC	P1.2	REF3	P0.2	dD2	P2.2	BLACKOUT	P3.2
5	GND	SK4	P1.3	REF4	P0.3	dD3	P2.3	EF LOCK	P3.3
6	GND	SK1	P1.4	REF5	P0.4	dD4	P2.4	MASTER/S.	P3.4
7	-5V	SK2	P1.5	REF6	P0.5	dD5	P2.5	ALL ON	P3.5
8	-5V	SK3	P1.6	REF7	P0.6	dD6	P2.6	EF +	P3.6
9	-	-5V	-	REF8	P0.7	dD7	P2.7	EF -	P3.7
10	-	GND	-	GND	-	GND	-	GND	-





Přepínací modul (zkráceně SWITCH) slouží k přepínání režimu master/slave ve spojení s druhým zařízením, s kterým se může spojit přes port P1 pomocí 9pinového konektoru canon vyvedeného na šasi. Stará se také o režimy BLACKOUT, ALL ON a FREEZE. Tímto ulehčuje efektové jednotce a zjednodušuje program.

Při režimu MASTER čte vstup P0 přivedený z efektové jednotky a posílá jej na porty P1 a P2. Při režimu blackout nastaví všechny výstupy do H a tím zhasne všechny reflektory. Naopak při režimu ALL ON nastaví všechny výstupy do úrovně L a všechny reflektory se rozsvítí. Režim FREEZE „zamrazí“ výstupy zařízení a po dobu, kdy je aktivní svítí stabilně reflektory, které svítily před zamrazením.

Při režimu SLAVE čte vstup z druhého zařízení a posílá jej na port P2. Efektové jednotka sice v tomto režimu běží dál, ale výstupy nereagují.

Na výstup portu P2 je připojen výkonový driver sběrnice 74LS245, který výkonově zesiluje výstup z jednočipu a dovoluje optotriaky na výkonovém modulu napájet vyšším proudem, který je lepší pro stabilitu a přitom nezatěžuje samotný procesor. Na desce switche je také umístěn konektor pro display, který je průchozí z efektové jednotky a tento modul nemůže zobrazené informace ovlivnit.

#### **Výpis hlavního programu a podprogramů:**

```
MAIN:      JNB P3.4, MASTER
           CALL SLAVE
           JMP MAIN

MASTER:    JB P3.1, JM2
           CALL FREEZE

JM2:       JB P3.2, JM3
           CALL BLACKOUT

JM3:       JB P3.5, JM4
           CALL ALL

JM4:       MOV P2, P0
           MOV P1, P0
           JMP MAIN
```

\*\*\*\*\*PODPROGRAMY\*\*\*\*\*

```
FREEZE:    MOV P2, P0
           MOV P1, P0

FRL:      JNB P3.1, FRL
           RET
```

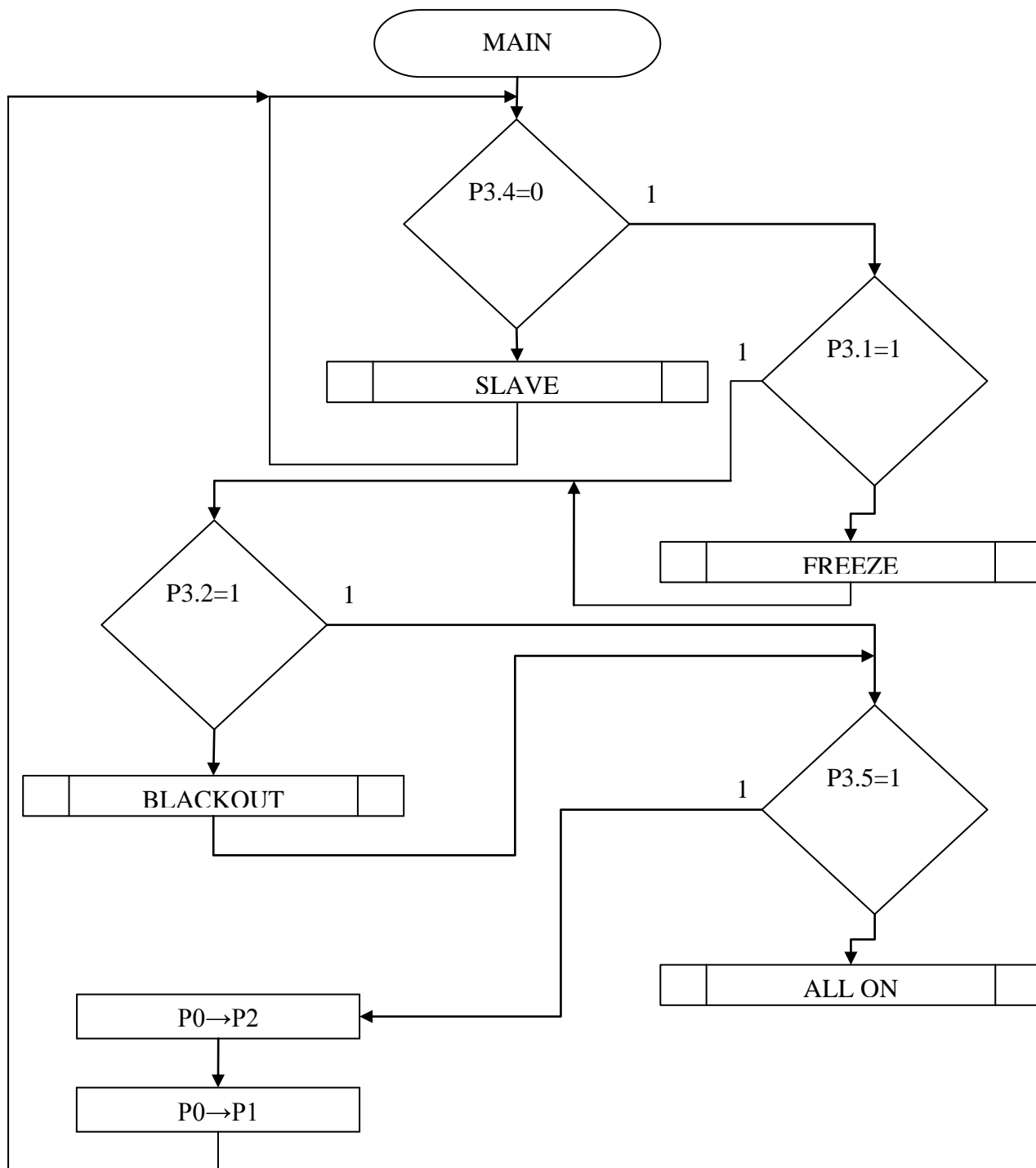
```
BLACKOUT:      MOV P2,#11111111B  
                MOV P1,#11111111B  
                JNB P3.2,BLACKOUT  
                RET
```

```
ALL:           MOV P2,#00000000B  
                MOV P1,#00000000B  
                JNB P3.5,ALL  
                RET
```

```
SLAVE:        MOV P2,P1  
                JB P3.4,SLAVE  
                RET
```

```
END
```

**Vývojový diagram programu:**



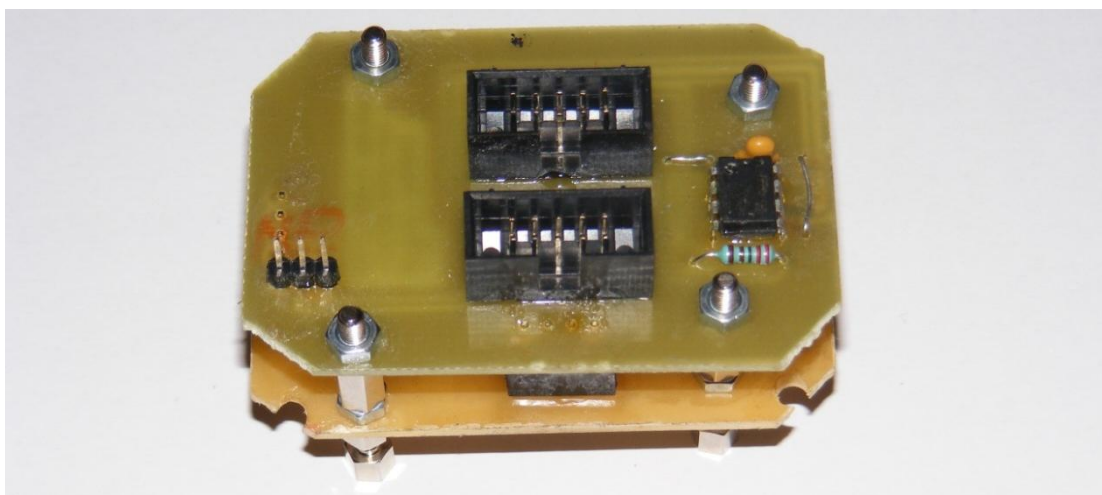
**Seznam součástek:**

Označení	Hodnota	Pouzdro
C1	33p	C1206K
C2	33p	C1206K
C3	10uF	E2-4
IC1	74LS245N	DIL20
IC2	AT89S51-24P	DIL40
JP1	INT LIGHT IN	1X10
JP2	DISPLAY	1X10
JP3	SET IN/OUT	1X10
LED1	RED	LED3MM
Q1	12MHz	QS
R1	220R	M1206
SV1	LIGHT OUT	ML10L
SV2	EXT LIGHT IN	ML10
SV3	DISPLAY OUT	ML10
SV4	SETTING BUS	ML10

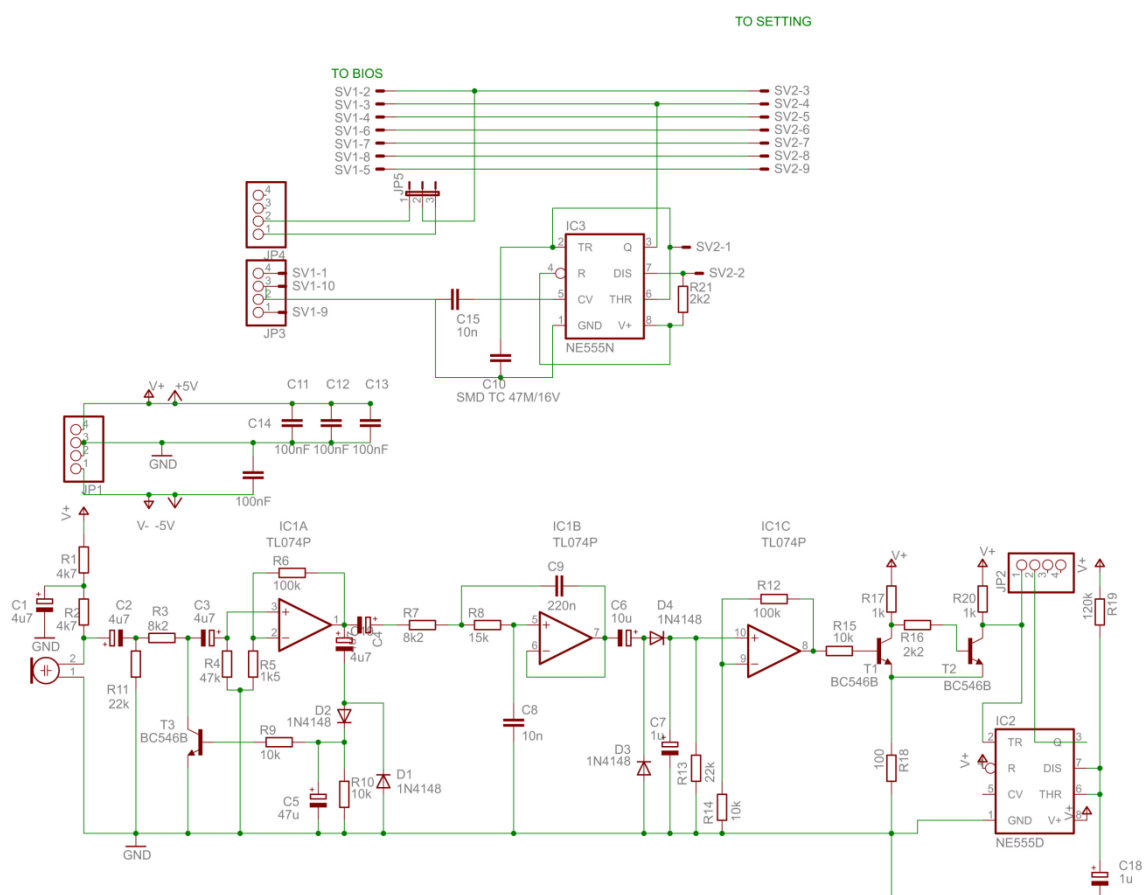
**Tabulka č.3:** Tabulka obsazení I/O konektorů a portů jednočipu.

Pin	JP1	Pin CPU	SV1	Pin CPU	SV2	Pin CPU	SV3/JP2	SV4/JP3	Pin CPU
1	+5V	-	+5V	-	+5V	-	+5V	+5V	-
2	Rin1	P0.0	REF1	P2.0	I/O1	P1.0	dD0	STROBO	P3.0
3	Rin2	P0.1	REF2	P2.1	I/O2	P1.1	dD1	FREEZE	P3.1
4	Rin3	P0.2	REF3	P2.2	I/O3	P1.2	dD2	BLACKOUT	P3.2
5	Rin4	P0.3	REF4	P2.3	I/O4	P1.3	dD3	EF LOCK	P3.3
6	Rin5	P0.4	REF5	P2.4	I/O5	P1.4	dD4	MASTER/S.	P3.4
7	Rin6	P0.5	REF6	P2.5	I/O6	P1.5	dD5	ALL ON	P3.5
8	Rin7	P0.6	REF7	P2.6	I/O7	P1.6	dD6	EF +	P3.6
9	Rin8	P0.7	REF8	P2.7	I/O8	P1.7	dD7	EF -	P3.7
10	GND	-	GND	-	GND	-	GND	GND	-

## 4.4. VSTUPNÍ MODUL



**Schéma:**



Vstupní modul obsahuje mikrofonní snímač a oscilátor s časovačem 555. Mikrofonní snímač se stará o snímání hudby v okolí a oscilátor vytváří impulsy pro pomocné časování efektů, nebo pro manuální nastavení rychlosti blikání reflektorů.

Zvuk je snímán elektretovou kapslí. Signál je dále veden do kompresoru dynamiky s OZ. Ten pomocí T1 a R3 jako řízeného děliče s časovou konstantou tvořenou C5 a R10 reguluje zesílení a tím dynamiku signálu. Díky této vlastnosti se nemusí ručně nastavovat citlivost mikrofonního vstupu a zařízení reaguje jak na tichou,

tak hlasitou část hudby. OZ1B tvoří dolní propust typu Butterworth, která propouští jen basy a nižší středy, které udávají dynamiku hudby. Dělicí kmitočet je nastaven na 560Hz. Výstup z filtru je usměrněn a zesílen OZ1C na úroveň potřebnou pro překlápění shmittova klopného obvodu, který převede napětí na obdélníkové impulzy, které jsou ale příliš časté. Proto je za klopný obvod zařazen monostabilní klopný obvod s 555 s časovou konstantou cca 150ms, který zajistí pravidelné impulzy a překlene sérii krátkých impulzů a zákmitů. Tyto impulzy jsou již přiváděny do efektové jednotky.

Další části vstupního modulu tvoří oscilátor s 555, který generuje obdélníkové impulzy s nastavitelnou frekvencí 0,2-10Hz. Impulzy s oscilátoru mohou nahradit impulzy generované mikrofonom, nebo zastávat funkci pomocného časování efektu.

**Seznam součástek:**

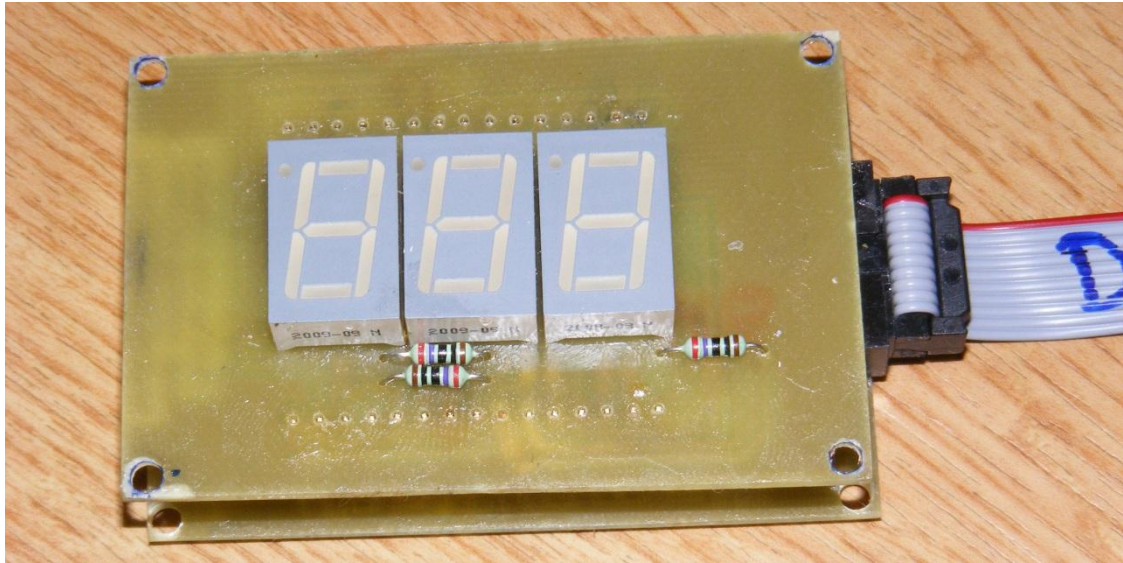
Označení	Hodnota	Pouzdro
C1	4u7	E2,5-6E
C2	4u7	E2,5-6E
C3	4u7	E2,5-6E
C4	4u7	E2,5-6E
C5	47u	E2,5-6E
C6	10u	E2,5-6E
C7	1u	E2,5-6E
C8	10n	C050-024X044
C9	220n	C050-024X044
C10	47M/16V	SMD TC
C11	100nF	C050-024X044
C12	100nF	C050-024X044
C13	100nF	C050-024X044
C14	100nF	C050-024X044
C15	10n	C050-025X075
C18	1u	E2,5-6E
C19	4u7	E2,5-6E
D1	1N4148	DO35-7
D2	1N4148	DO35-7
D3	1N4148	DO35-7
D4	1N4148	DO35-7
IC1	TL074P	DIL14
IC2	NE555D	SO08
IC3	NE555N	DIL08
J1	J10MM	10
J2	J5MM	05
JP1	PINHD-1X4	1X04
JP2	PINHD-1X4	1X04
JP3	PINHD-1X4	1X04
JP4	PINHD-1X4	1X04
JP5	JP2E	JP2
M1	MIC	WM-62PC
R1	4k7	R1206
R2	4k7	R1206
R3	8k2	R1206
R4	47k	R1206

R5	1k5	R1206
R6	100k	R1206
R7	8k2	R1206
R8	15k	R1206
R9	10k	R1206
R10	10k	R1206
R11	22k	R1206
R12	100k	R1206
R13	22k	R1206
R14	10k	R1206
R15	10k	R1206
R16	2k2	R1206
R17	1k	R1206
R18	100R	R1206
R19	120k	R1206
R20	1k	R1206
R21	2k2	R0207/10
SV1		ML10
SV2		ML10
T1	BC546B	TO92-EBC
T2	BC546B	TO92-EBC
T3	BC546B	TO92-EBC
S		

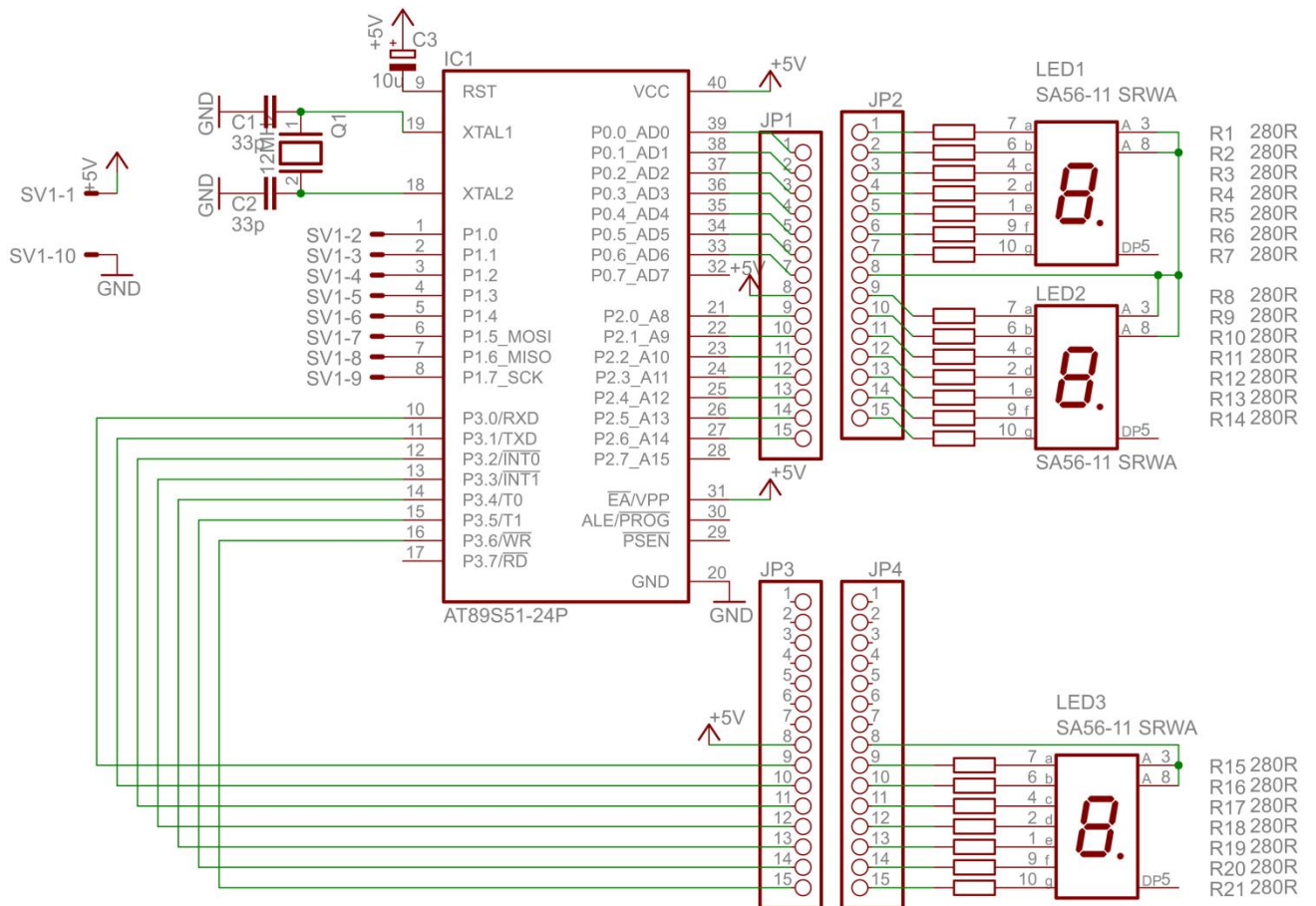
**Tabulka č.4:** Tabulka obsazení I/O konektorů

Pin	JP1	SV1	SV2	JP2
1	-5V	+5V	POT1	-5V
2	GND	MIC	POT2	GND
3	GND	OSC	MIC	GND
4	+5V	MIC/OSC	OSC	+5V
5	-	SK4	MIC/OSC	-
6	-	SK1	SK1	-
7	-	SK2	SK2	-
8	-	SK3	SK3	-
9	-	-5V	SK4	-
10	-	GND	GND	-

## 4.5. DISPLAY



### Schéma:



Modul displeje je hlavní zobrazovací jednotkou zařízení. Dekóduje číslíkové hodnoty 0-255 přijímané na portu P1 na zobrazovaný text, který je předdefinován v paměti jednočipu, který zde zastupuje roli dekodéru pro 3 7mi segmentové LED



zobrazovače. Displej tedy může zobrazovat 256 různých předdefinovaných kombinací. V paměti jsou naprogramovány označení pro 40 efektů (hodnoty 1-40), 4 stroba (hodnoty 41-44) a 15 hodnot 240-255 vyhrazených pro stavové informace. Při odeslání nekorektních hodnot a hodnot, které nejsou definovány v paměti se na displeji zobrazí „Err“.

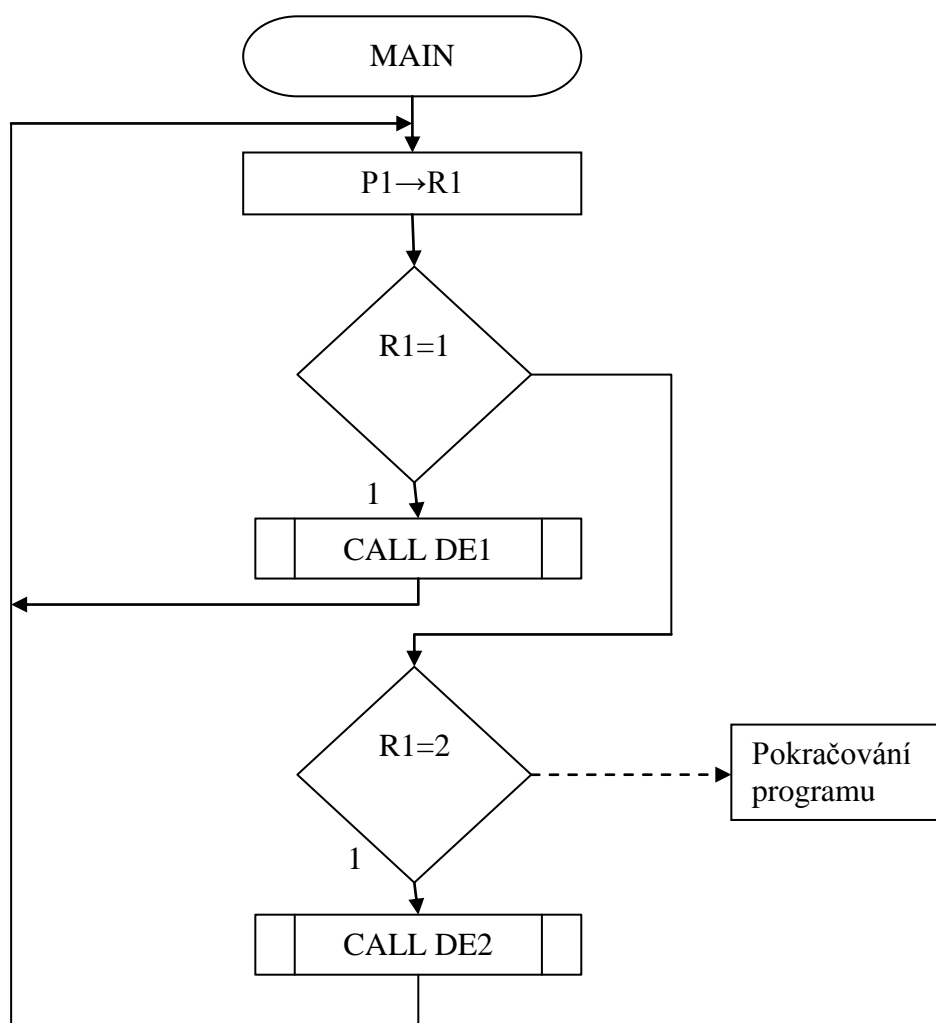
**Tabulka 5: Tabulka hodnot na sběrnici a zobrazované informace:**

DATA BIN	DATA DEC	LED 1	LED 2	LED 3	DATA BIN	DATA DEC	LED 1	LED 2	LED 3
0000001	1	E	0	1	00011111	31	E	3	1
0000010	2	E	0	2	00100000	32	E	3	2
0000011	3	E	0	3	00100001	33	E	3	3
00000100	4	E	0	4	00100010	34	E	3	4
00000101	5	E	0	5	00100011	35	E	3	5
00000110	6	E	0	6	00100100	36	E	3	6
00000111	7	E	0	7	00100101	37	E	3	7
00001000	8	E	0	8	00100110	38	E	3	8
00001001	9	E	0	9	00100111	39	E	3	9
00001010	10	E	1	0	00101000	40	E	4	0
00001011	11	E	1	1	00101001	41	S	0	1
00001100	12	E	1	2	00101010	42	S	0	2
00001101	13	E	1	3	00101011	43	S	0	3
00001110	14	E	1	4	00101100	44	S	0	4
00001111	15	E	1	5	11110000	240	-	-	-
00010000	16	E	1	6	11110001	241	-	-	-
00010001	17	E	1	7	11110010	242	-	-	-
00010010	18	E	1	8	11110011	243	-	-	-
00010011	19	E	1	9	11110100	244	-	-	-
00010100	20	E	1	0	11110101	245	-	-	-
00010101	21	E	2	1	11110110	246	-	-	-
00010110	22	E	2	2	11110111	247	-	-	-
00010111	23	E	2	3	11111000	248	-	-	-
00011000	24	E	2	4	11111001	249	-	-	-
00011001	25	E	2	5	11111010	250	-	-	-
00011010	26	E	2	6	11111011	251	-	-	-
00011011	27	E	2	7	11111100	252	-	-	-
00011100	28	E	2	8	11111101	253	-	-	-
00011101	29	E	2	9	11111110	254	S	L	-
00011110	30	E	3	0	11111111	255	0	N	-

**Výpis části hlavního programu:**

MAIN:	MOV R1,P1	;zapsání hodnoty na vstupu P1 do R1
C1:	CJNE R0,#1,C2	;porovnání hodnoty R1 a čísla 1, když se nerovná skáče na druhou kontrolu
	CALL DE1	;zavolání podprogramu zobrazení znaků
	JMP MAIN	vrácení na začátek programu
C2:	CJNE R1,#2,C3	;druhá kontrola, postup jako u první
	CALL DE2	
	JMP MAIN	

**Blokové schéma části hl. programu:**

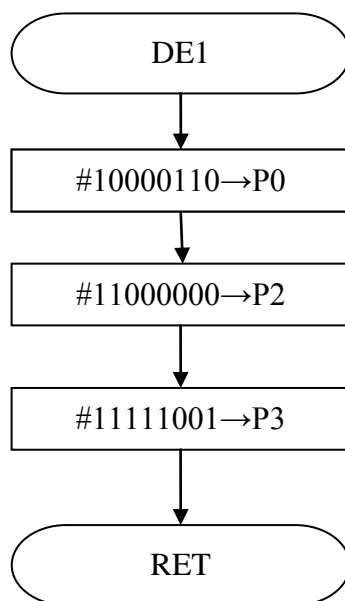


**Výpis podprogramu:**

```

DE1:  MOV P0,#10000110B      ;výpis "E"
      MOV P2,#11000000B      ;výpis "0"
      MOV P3,#11111001B      ;výpis "1"
      RET                    ;navrácení do hl. programu
    
```

**Vývojový diagram podprogramu:**



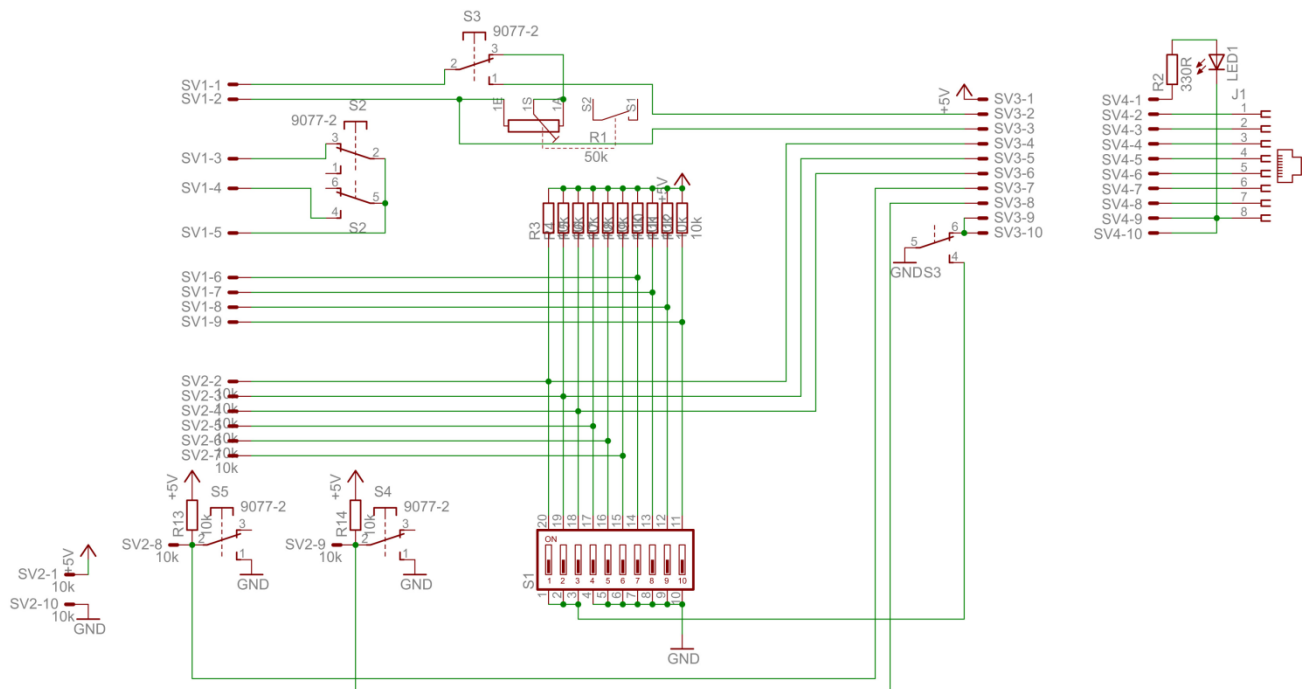
**Seznam součástek:**

Označení	Hodnota	Pouzdro
C1	33p	C1206K
C2	33p	C1206K
C3	10u	E2-5
IC1	AT89S51-24P	DIL40
JP1	PINHD-1X15	1X15
JP2	PINHD-1X15	1X15
JP3	PINHD-1X15	1X15
JP4	PINHD-1X15	1X15
LED1	SA56-11 SRWA	SA56-11
LED2	SA56-11 SRWA	SA56-11
LED3	SA56-11 SRWA	SA56-11
Q1	12MHz	QS
R1	280R	M1206
R2	280R	M1206
R3	280R	M1206
R4	280R	M1206
R5	280R	M1206
R6	280R	M1206
R7	280R	0207/10
R8	280R	M1206
R9	280R	M1206

R10	280R	M1206
R11	280R	M1206
R12	280R	0207/10
R13	280R	0207/10
R14	280R	M1206
R15	280R	M1206
R16	280R	M1206
R17	280R	M1206
R18	280R	M1206
R19	280R	M1206
R20	280R	M1206
R21	280R	M1206
SV1		ML10L

## 4.6. OVLÁDACÍ PANEL

### Schéma:



Ovládací panel umožňuje nastavovat parametry pro práci zařízení pomocí 10místného DIP spínače, přepínání efektu pomocí dvou tlačítek S4 a S5, výběr zdroje taktování efektu (MIC/OSC) pomocí S2 a přepínání na dálkové ovládání spínačem S3.

Ovládací panel obsahuje také potenciometr k nastavení frekvence oscilátoru, který je vyveden i na dálkové ovládání.

Dálkové ovládání se připojuje přes konektor RJ-45. Je tedy možné použít přímý ethernetový kabel s plným obsazením. Dálkovým ovládáním je vyvedeno přepínání efektu, potenciometr k nastavení frekvence oscilátoru, zapínání strobo efektu, zhasnutí všech světel a zamrazení reflektorů.

**Seznam součástek:**

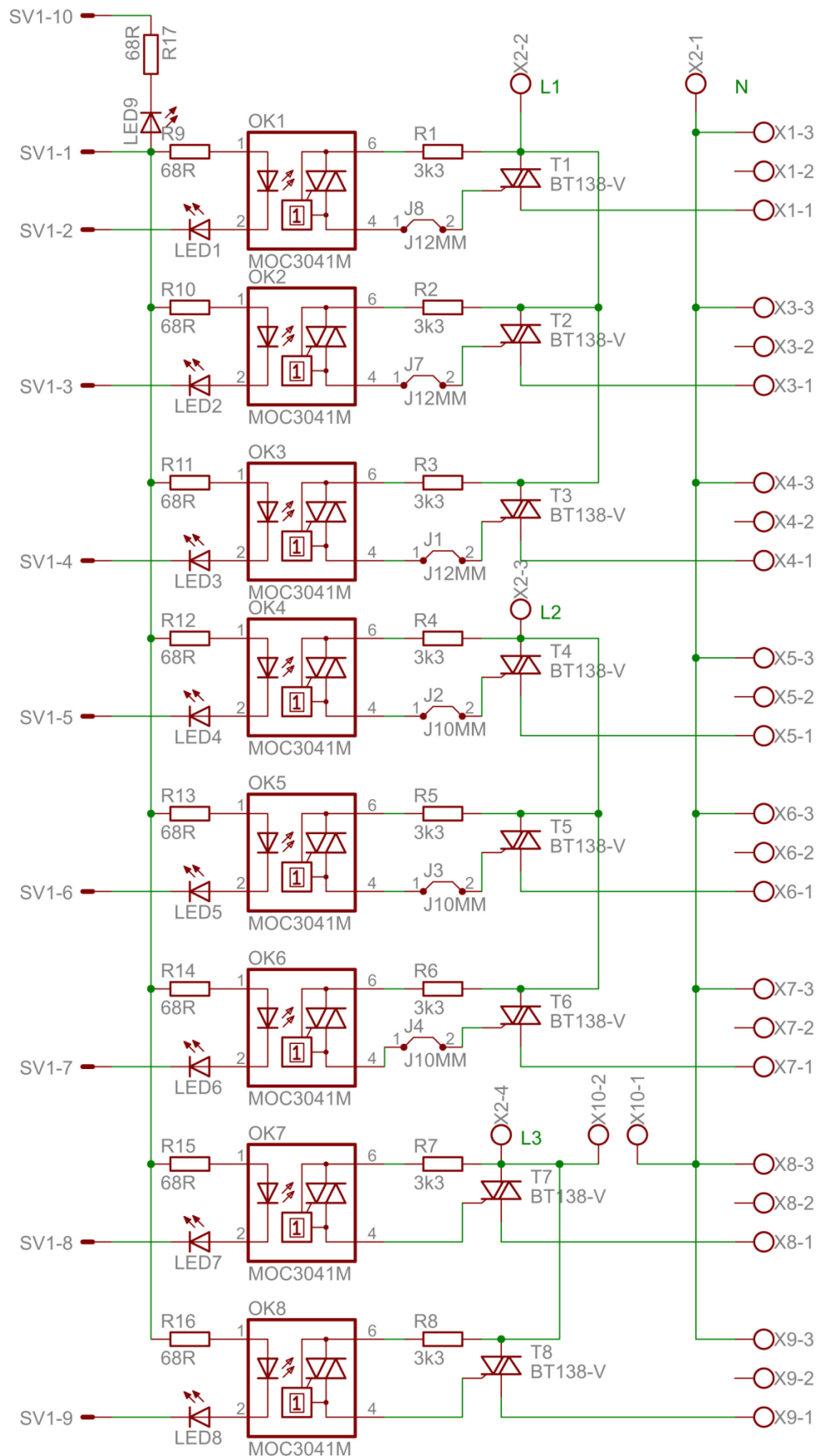
Označení	Hodnota	Pouzdro
J1	RJ-45	554517-1
LED1	RED	LED3MM
R1	50k	PC16SV
R2	330R	R0603
R3	10k	R0603
R4	10k	R0603
R5	10k	R0603
R6	10k	R0603
R7	10k	R0603
R8	10k	R0603
R9	10k	R0603
R10	10k	R0603
R11	10k	R0603
R12	10k	R0603
R13	10k	R0603
R14	10k	R0603
S1	DIP10	DIP10YL
S2	TURBO SW	9077-2
S3	TURBO SW	9077-2
S4	RESET SW	9077-2
S5	RESET SW	9077-2
SV1	EF SET	ML10L
SV2	MAIN SET	ML10L
SV3	EXT OUT	ML10L
SV4	EXT OUT	ML10L

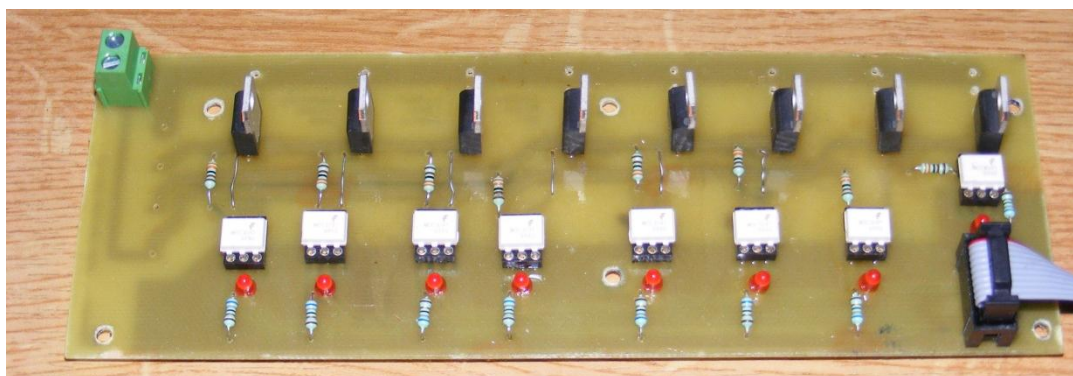
**Tabulka č.6:** Tabulka obsazení I/O konektorů

Pin	SV1	SV2	SV3	SV4
1	POT1	+5V	+5V	+5V
2	POT2	STROBO	POT1	POT1
3	MIC	FREEZE	POT2	POT2
4	OSC	BLACKOUT	STROBO	STROBO
5	MIC/OSC	EF LOCK	FREEZE	FREEZE
6	SK1	MASTER/S.	BLACKOUT	BLACKOUT
7	SK2	ALL ON	EF+	EF+
8	SK3	EF +	EF-	EF-
9	SK4	EF -	GND	GND
10	GND	GND	GND	GND

## 4.7. VÝKONOVÝ SPÍNACÍ MODUL

### Schéma spínacího modulu:





Spínací modul se stará o výkonové spínání síťového napětí do reflektorů. Síťové napětí je od ovládacího odděleno optočlenem, aby byla zaručena maximální bezpečnost a korektnost zapojení. Samotné výkonové spínání je zajištěno triaky. Napájení reflektorů je rozděleno do 3 fází, ovšem zařízení může pracovat i s napájením z jedné fáze, avšak se sníženým výkonovým zatížením. Modul obsahuje také výstup síťového napětí pro napájecí zdroj. Maximální zatížení jednoho triaku udávaného výrobcem je 16A, při použití na 3fázovém rozvodu s jistěním 16A vychází maximální zatížení jednoho výstupu max 6A. Při provozu na jednu fázi při jistěním 16A je maximální zatížení jednoho výstupu 2A. Při takovýchle zatíženích není nutné triaky chladit a obejdou se i bez chladiče.

#### **Seznam součástek:**

Označení	Hodnota	Pouzdro
J1	J12MM	12
J2	J10MM	10
J3	J10MM	10
J4	J10MM	10
J7	J12MM	12
J8	J12MM	12
LED1	RED	LED3MM
LED2	RED	LED3MM
LED3	RED	LED3MM
LED4	RED	LED3MM
LED5	RED	LED3MM
LED6	RED	LED3MM
LED7	RED	LED3MM
LED8	RED	LED3MM
LED9	RED	LED3MM
OK1	MOC3041M	DIL06
OK2	MOC3041M	DIL06
OK3	MOC3041M	DIL06
OK4	MOC3041M	DIL06
OK5	MOC3041M	DIL06
OK6	MOC3041M	DIL06
OK7	MOC3041M	DIL06
OK8	MOC3041M	DIL06
R1	3k3	0207/12

R2	3k3	0207/12
R3	3k3	0207/12
R4	3k3	0207/10
R5	3k3	0207/10
R6	3k3	0207/10
R7	3k3	0207/10
R8	3k3	0207/10
R9	68R	0207/10
R10	68R	0207/10
R11	68R	0207/10
R12	68R	0207/10
R13	68R	0207/10
R14	68R	0207/10
R15	68R	0207/10
R16	68R	0207/10
R17	68R	0207/10
SV1		ML10
T1	BT138-V	TO220BV
T2	BT138-V	TO220BV
T3	BT138-V	TO220BV
T4	BT138-V	TO220BV
T5	BT138-V	TO220BV
T6	BT138-V	TO220BV
T7	BT138-V	TO220BV
T8	BT138-V	TO220BV

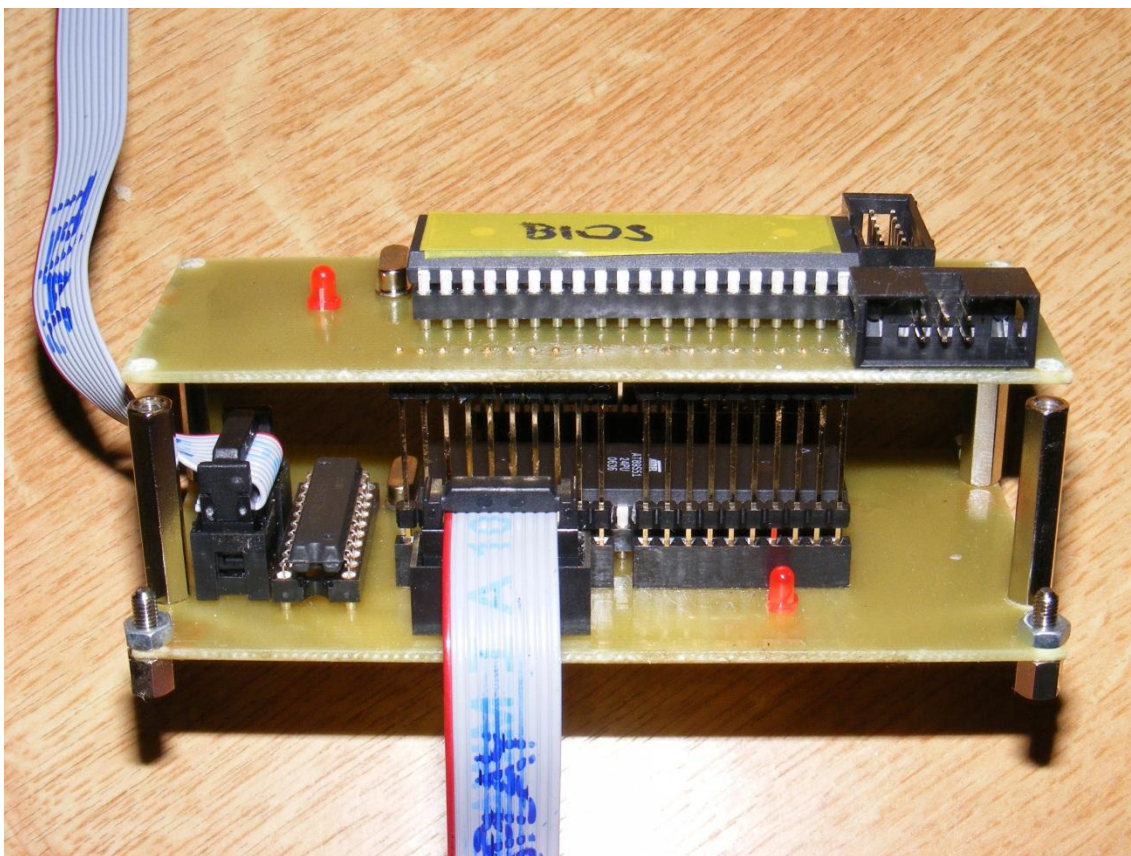
**Tabulka č.7:** Tabulka obsazení I/O konektorů

Pin	SV1
1	+5V
2	REF1
3	REF2
4	REF3
5	REF4
6	REF5
7	REF6
8	REF7
9	REF8
10	GND

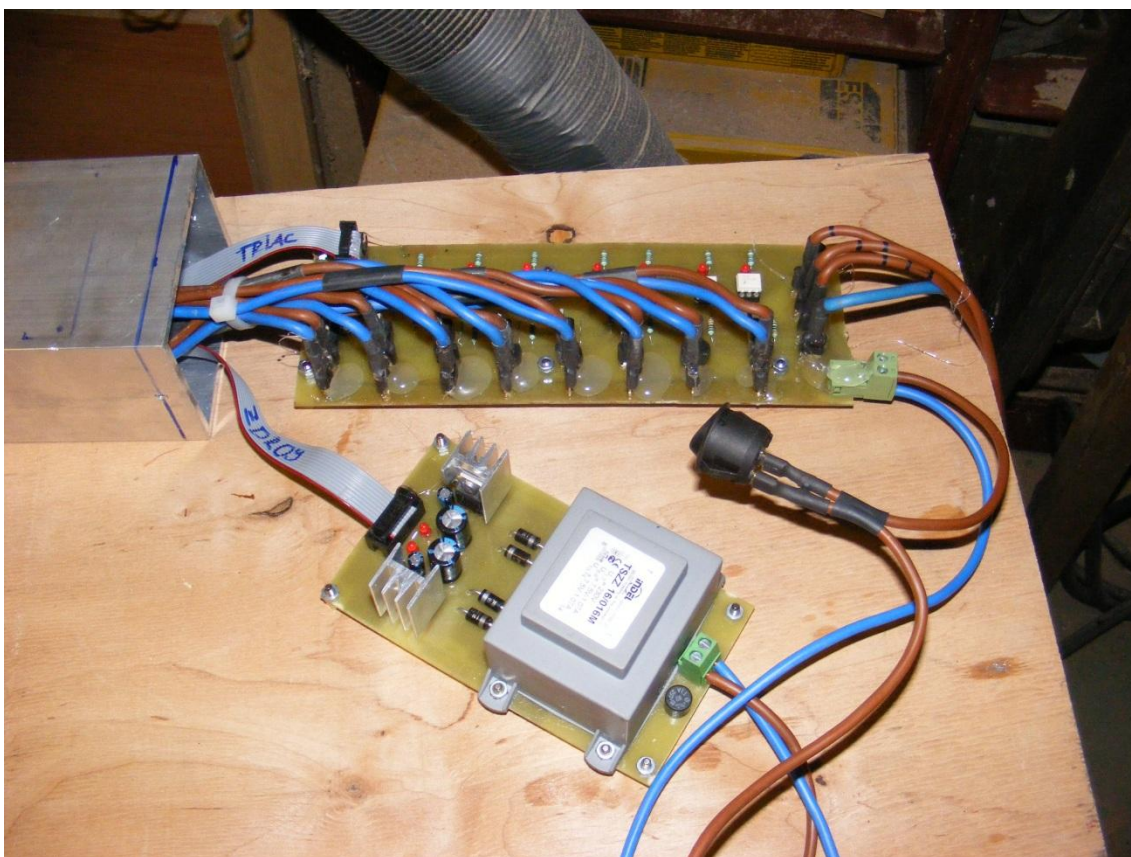


## 5. FOTOGALERIE

Detail provedení spojení efektové jednotky a přepínacího modulu:



Spínací modul a zdroj před montáží do Al profilu:



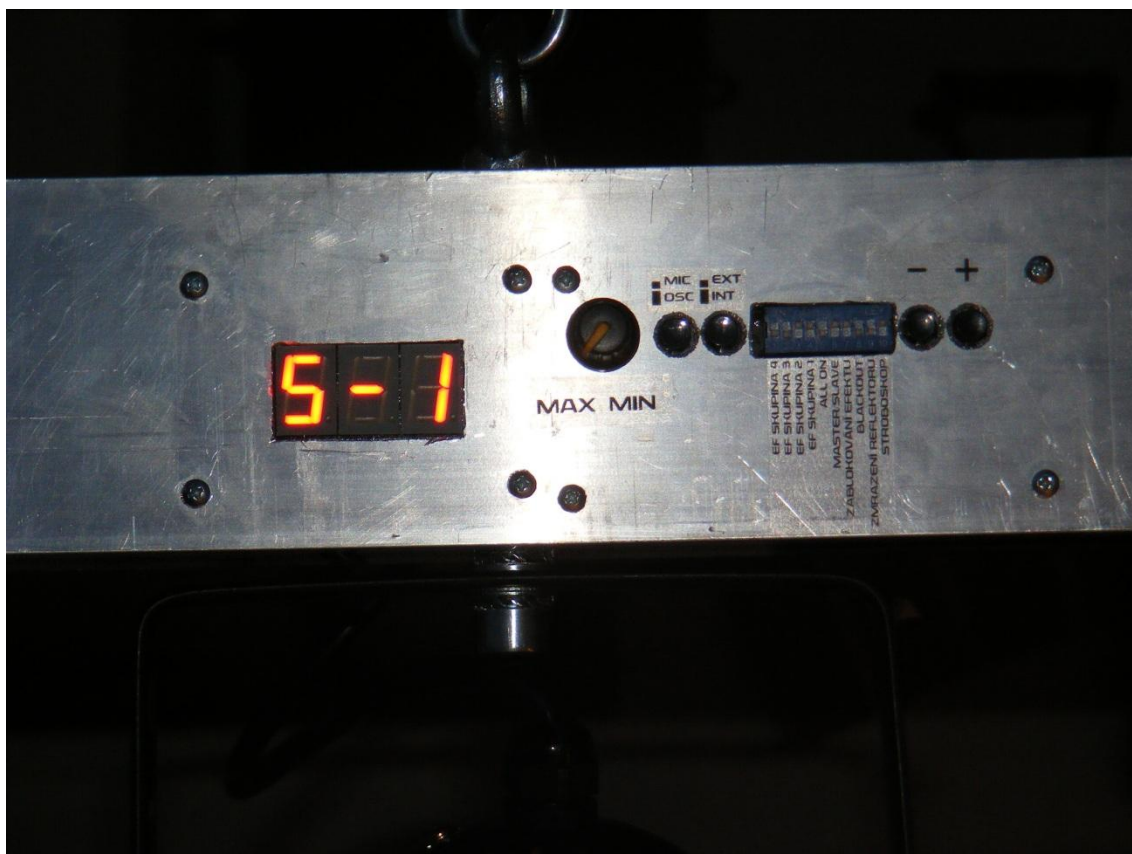
Hotové zavěšené zařízení s namontovanými reflektory (aktivní BLACKOUT):



Pohled ze zadní strany:



Detail ovládacích prvků:



Rozsvícené reflektory (funkce ALL ON):



Rozsvícené reflektory 2:



Rozsvícené reflektory 3:





## **ZÁVĚR**

Zařízení není nutné při sestavování nijak speciálně oživovat. Po naprogramování processorů a správné konstrukci musí zařízení fungovat na první zapojení. Zařízení je velice užitečné a díky němu se koncerty zábavné akce promění v profesionální show a jak je všeobecně známo, účastníci si z akce nepamatují, jak to hrálo (pokud to není nějaký z extrémů), ale pamatují si jak byla akce nasvícena. Jediná nevýhoda je obtížnost montáže komponent do 2m dlouhého hliníkového jeklu. To chce opravdu hodně trpělivosti.

Plány do budoucna: Dálkové ovládání přes ethernet

Inteligentnější snímání zvuku

## **SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A STUDIJNÍCH MATERIÁLŮ**

- 1) Barevná hudba pro diskotéky  
Jan Horký, Amatérské rádio-Praktická elektronika 3/2002  
Vydavatel AMARO spol s.r.o.
- 2) Rane - Dynamics Processors - Technology & Applications  
<http://www.rane.com/note155.html>
- 3) Historie procesorů  
<http://www.fm.tul.cz/cip/download/historieprocesoru.pdf>
- 4) Časovač 555 – Praktická zapojení  
Ing. Jan Hájek, Nakladatelství BEN 2002