

PROGRAMOVATELNÝ SVĚTELNÝ HAD

Jiří Kimmel, Libor Koloničný

Námět na tuto konstrukci světelného hada vznikl z nedostatků světelných hadů, které byly dosud publikovány. Buď se jednalo o jednoduché zařízení, které umožňovalo chod vpřed i vzad s jedinou kombinací nebo byly uveřejněny konstrukce poskytující sice více kombinací, ale v zapojení byla použita paměť PROM. Protože každý nemá k dispozici programátor, navrhli jsme zapojení světelného hada s pamětí RAM, která umožňuje naprogramovat kombinace podle vlastní představy. Samotná elektronika se nemusí používat jen pro připojení světelného hada, ale lze k ní též připojit doplněk napodobující světelný maják.

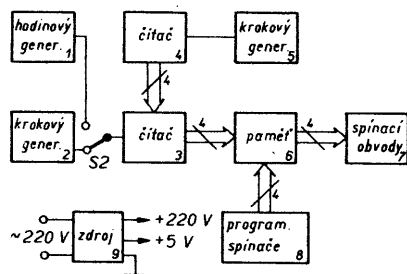
Základní technické údaje

Kapacita paměti: 64 bitů.
Počet kombinací v jednom směru: 256.
Počet spínacích okruhů: 4.
Max. spínací proud (závisí na použitém tyristoru): 3,2 A.
Napájecí napětí: 220 V, 50 Hz.
Deska logiky: 5 V.
Napájecí napětí: 300 mA.
Odběr ze zdroje: 100 mA.
Jištění tavnou pojistkou: 220 V, 50 Hz.
Spínací deska: 220 V.
Jištění tavnou pojistkou: 4 A.
Osazení: 7 integrovaných obvodů, 4 tranzistory, 15 diod, 5 tyristorů.

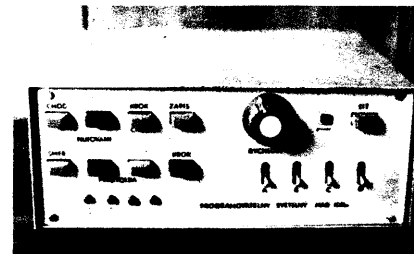
Blokové schéma

Činnost programovatelného světelného hada je vysvětlena na obr. 1. Zdrojem hodinových impulsů je generátor (1). Z něj jsou impulsy přivedeny

ny do čítače (3), který vytváří adresu pro paměť RAM (6). Tento čítač (následně i paměť) nemusí procházet všemi šestnácti cykly, tj. od adresy 0000 do 1111 (při chodu vpřed), ale může se předvolit číslo, od kterého čítač pracuje až do konečného stavu 1111. Tato předvolba se uskutečňuje druhým



Obr. 1. Blokové schéma



čítačem (4). Impulsy na hodinový vstup čítače předvolby (nebo na vstup čítače (3)) se přivádějí z krokového generátoru (5) a (2). Impulsy z krokového generátoru (2) se používají jen při programování paměti, kdy si vždy po jednom kroku zapisujeme data do paměti. Tyto datové signály tvoří čtyři páčkové spínače (8), kterými se určí, jaký výstupní žárovkový okruh bude sepnutý. Na výstupech z paměti jsou zapojeny spínací obvody (7). Zdroj (9) zajišťuje napájecí napětí +5 V pro veškerou logiku a +220 V pro napájení žárovek.

Popis zapojení

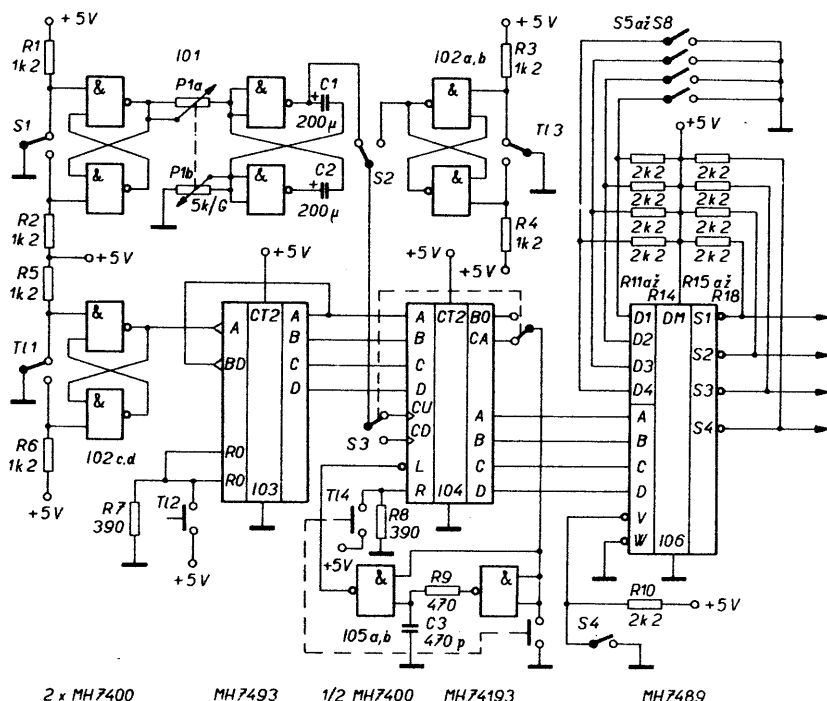
Logická část zapojení světelného hada je na obr. 2. Jako hodinový generátor je použit multivibrátor z hradel NAND. Abychom dosáhli stejného trvání úrovně L i H na výstupu, musí být shodné obě kapacity a oba odpory. Pak bude na výstupu z obvodu signál se střídou 1:1. Kmitočet měníme tandemovým potenciometrem. Nejmenší odpor, při kterém ještě generátor kmitá, je asi 220 Ω, proto je tento rezistor v sérii s potenciometrem.

Krokové generátory tvoří klopné obvody R—S, složené ze dvou hradel NAND, které tvarují impulsy z běžného tlačítka nebo vypínače. Připojením tlačítka do logiky TTL by vznikaly často hazardní stavy, způsobené přechodovými jevy na kontaktech.

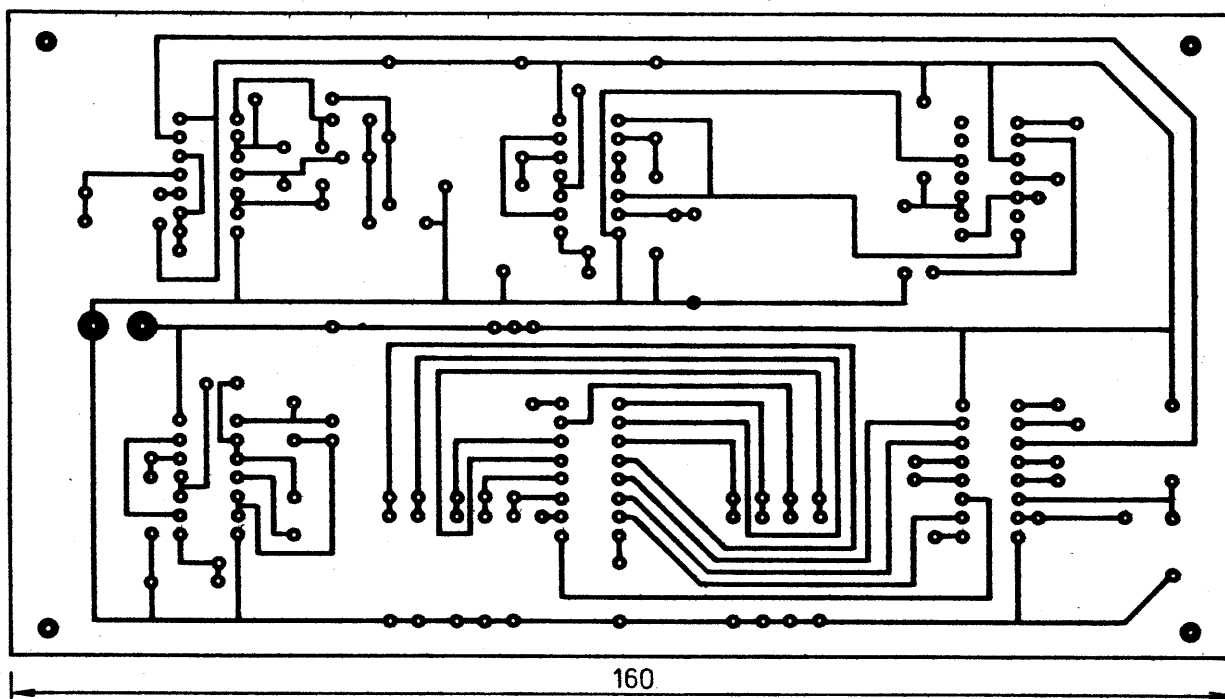
Jako čítač, který vytváří adresu pro paměť RAM (3), je použit binární synchronní reverzibilní čítač MH74193, a jako čítač předvolby (4) je použit binární čítač MH7493. Vysvětlovat funkci těchto známých obvodů jistě není třeba, podrobný popis je např. v literatuře [2] a [3]. Ke zpoždění o 200 ns u IO MH74193 je použit integrační členek RC doplněný dvěma hradly NAND. Impuls přenosu přijde na vstup hradla NAND dříve než negovaný zpožděný impuls. Výpočtem jsme zjistili, že odpor rezistoru bude 470 Ω, kapacita kondenzátoru bude 470 pF.

Použitá paměť RAM MH7489 má 64 bitů. Je to vlastně jediná statická bipolární paměť, která má čtyři výstupy. Kapacita této paměti pro daný účel zcela postačuje. Použití jiné paměti by bylo neekonomické. Na výstupy je třeba přes rezistor 820 Ω až 2,2 kΩ přivést logickou úroveň H.

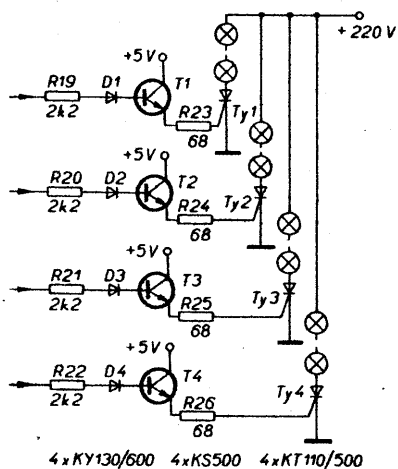
Signály z paměti přicházejí do báze spínacího tranzistoru přes rezistor omezující proud do báze a do diody,



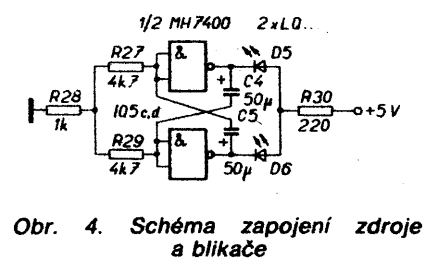
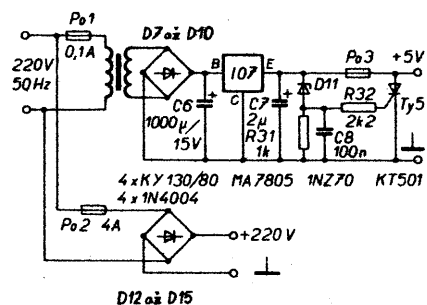
Obr. 2. Schéma zapojení logické části



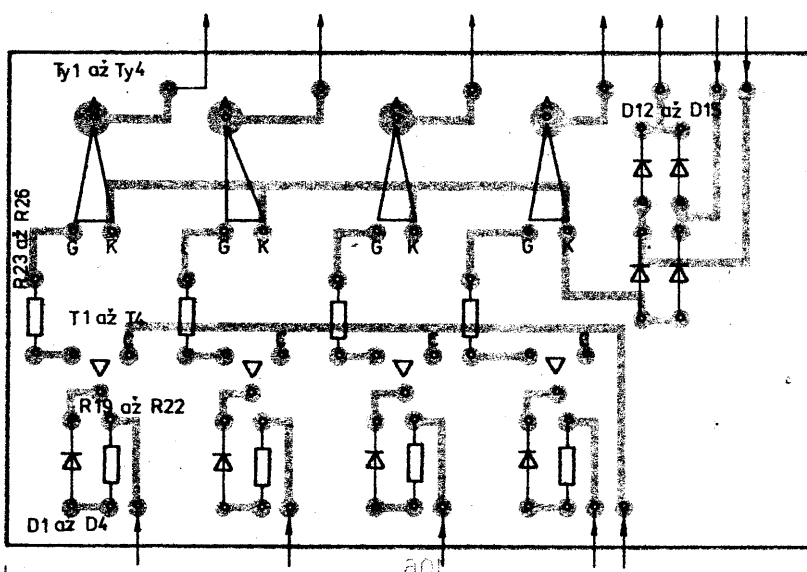
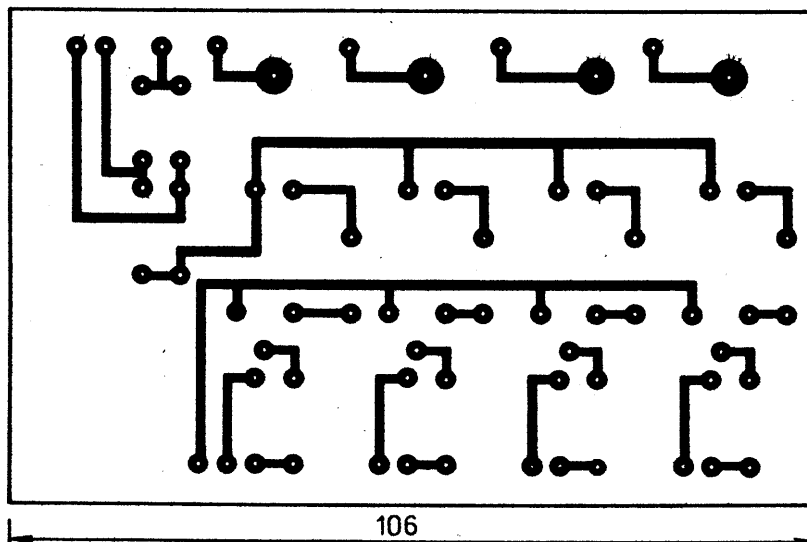
Obr. 5. Deska X04 s plošnými spoji logické části



Obr. 3. Schéma zapojení spínací části



Obr. 4. Schéma zapojení zdroje a blikáče



Obr. 6. Deska X05 s plošnými spoji spínací části

Seznam součástek

Rezistory (TR 212)

R1 až R6	1,2 kΩ
R7, R8	390 Ω
R9	470 Ω
R10 až R22	2,2 kΩ
R23 až R26	68 Ω
R27	4,7 kΩ
R28	1 kΩ
R29	4,7 kΩ
R30	220 Ω
R31	1 kΩ
R32	2,2 kΩ
P1	5 kΩ/G-TP283

Kondenzátory

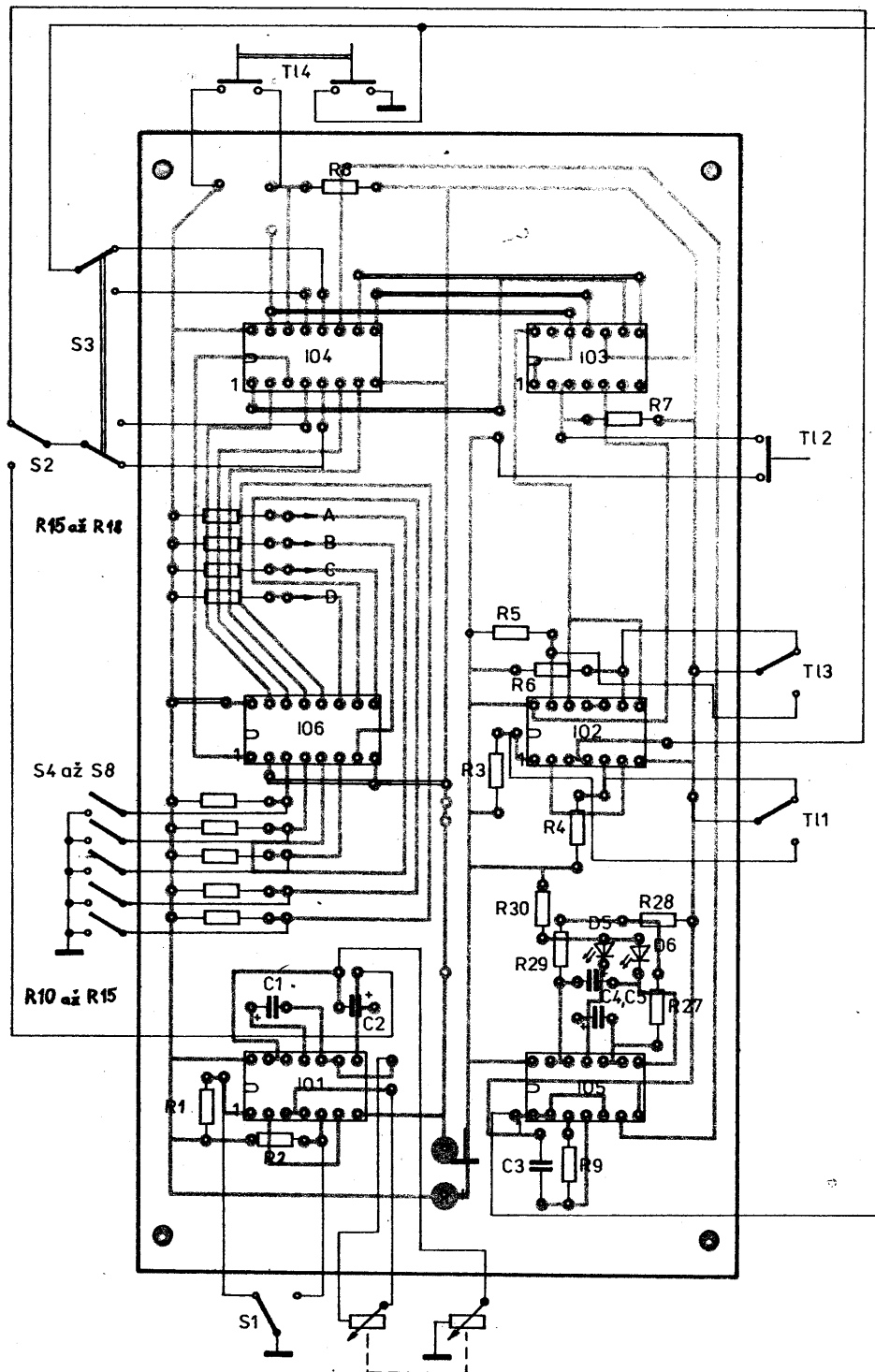
C1, C2	200 μF, TE002
C3	470 pF, TK774
C4, C5	50 μF, TE002
C6	1000 μF, TE984
C7	2 μF, TE005
C8	100 nF, TK782

Polovodičové součástky:

D1 až D4	KY130/600
D5, D6	LQ...
D7 až D10	KY130/80
D11	1N270
D12 až D15	1N4004
T1 až T4	KS500
Ty1 až Ty4	KT110/500
Ty5	KT501
IO1, IO2, IO5	MH7400
IO3	MH7493
IO4	MH74193
IO6	MH7489
IO7	MA7805

Ostatní součástky

Po1	100 mA
Po2	4 A
Po3	500 mA
S1 až S4	spínače Isostat
S5 až S8	páčkové spínače
T11 až T14	tlačítka Isostat



kteřá má chránit desku logiky před případným proniknutím napětí 220 V. Kolektor spínacího tranzistoru je připojen na 5 V a emitor je spojen přes rezistor s řídicí elektrodou tyristoru (obr. 3). Anoda je připojena přes zátěž na usměrněné nevyfiltrované napětí 220 V. Zátěž může být světelný had nebo světelný maják.

Střídavé napětí z transformátoru je usměrněno klasickým můstkovým usměrňovačem s filtračním kondenzátorem 1000 μF. U stabilizátoru 5 V (obr. 4) je použit stabilizátor napětí MA7805, zablokovany na výstupu kondenzátorem 2 μF. Na desce stabilizátoru je také ochrana, která chrání desku logiky před přepětím.

Stejnou směrné napětí 220 V se získává opět pomocí můstkového usměrňovače. Pozor, v žádném případě se nesmí spojit kostra přístroje se zápor-

ným potenciálem! Při tomto spojení by se překlenula jedna z diod v usměrňovači!

Protože nám při navrhování zbyly nezapojená dvě hradla NAND, využili jsme je pro blikáč (obr. 3) se dvěma diodami LED, který indikuje chod celého zařízení.

Konstrukční provedení

Celé zařízení je rozvrženo na tři desky s plošnými spoji (obr. 5, 6, 7). První deska (logika — obr. 5) má rozměry 160 x 85 mm. Po osazení desek součástkami je propojíme podle schématu. K desce logiky připojíme zdroj napětí a vyzkoušíme jednotlivé funkce obvodu. K oživení není potřeba žádných složitých přístrojů, postačí logická sonda a Avomet. Celé zařízení vestavíme do skříňky, zhotovené podle materiálových možností. K připojování

světelného hada je vhodné použít atypický konektor. Vnitřní uspořádání je vidět na obr. 8.

V zapojení jsou použity IO tuzemské výroby. Ochranné diody D1 až D4 mohou být jakékoliv, ale se závěrným napětím větším než 400 V. Diody pro usměrnění 220 V pro žárovky zvolíme podle potřebného proudu. Zenerovu diodu staršího typu 1N270 lze nahradit diodou KZ260/5V1. Tyristory pro spínání žárovek musí být dimenzované podle žárovek, a také musí být na dostatečné napětí (např. KT504, KT110/400). Všechny součástky lze použít druhé jakosti. Integrovaný stabilizátor MA7805 musí být umístěn na chladiči! Jako programovací spínače můžeme použít klasické páčkové spínače. Ostatní spínače a tlačítka mohou být např. typu Isostat.

Pro lepší orientaci při obsluze a programování je dobré vyvést na

přední panel světelnou indikaci (diody LED), např. z výstupu čítače a výstupu paměti.

Postup při programování

Po zapnutí celého přístroje musíme vynulovat oba čítače tlačítky TI2, TI4. Na vstup čítače MH74193 přepneme spínačem S2 krokový generátor. Spínačem S4 přepneme paměť RAM do funkce zápis a můžeme přistoupit k programování.

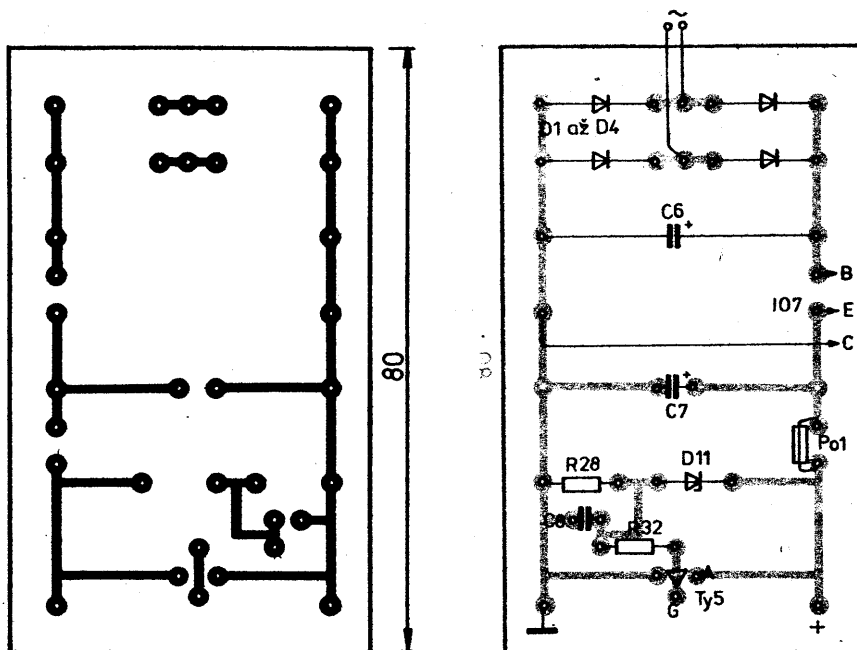
Při první adrese, tj. 0000, zvolíme páčkovými spínači S5 až S8 kombinaci rozsvícení žárovek světelného hada. Krokovým obvodem (TI3) přivedeme impuls na vstup čítače MH74193 a na jeho výstupu se stav změní na 0001. Do paměti opět zapíšeme další kombinaci, a tak pokračujeme až do úplného naplnění paměti, tj. až na výstupu čítače MH74193 bude stav 1111.

Můžeme však využít i předvolby tohoto čítače. Předvolbu programujeme čítačem MH7493. Na vstup tohoto čítače je připojen opět krokový generátor, kterým nastavíme adresu na výstupech čítače MH7493 a zároveň na výstupech předvolby čítače MH74193. Pak vynulujeme (TI3) čítač MH74193 a tím se také zapíše předvolba. Tak např. při vzestupném čítání nastavíme na vstupy předvolby 0111, což odpovídá v dekadickém kódu 7. Pak čítač vždy čítá od 7 do 16 a při sestupném čítání (S3) by čítal od 7 do 0. Takže, jestliže čítač bude čítat jen od 7 do 16, nemusíme programovat celou paměť a tím si urychlíme celé programování.

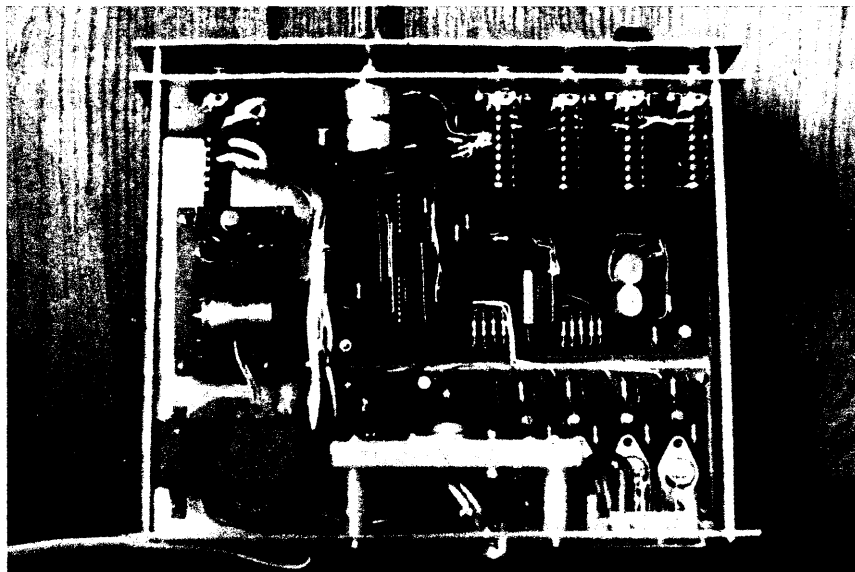
Jestliže již máme paměť naprogramovanou, přepneme ji zpět do stavu čtení, vynulujeme čítač MH74193 a na jeho vstup připojíme spínačem S2 výstup hodinového oscilátoru. Oscilátor odblokujeme a nastavíme rychlost postupného spínání žárovek (potenciometr P1). Na výstup celého zařízení připojíme světelného hada.

Závěr

Toto zapojení světelného hada není složité ani nákladné. Pokud se použijí předem vyzkoušené součástky, pracuje zařízení na první zapojení. Při ožívání se nevyskytnou žádná „kritická“ místa. Snad jedinou nevýhodou je velký počet ovládacích prvků, ale tento problém se nedá jinak vyřešit. Přístroj může být použit na diskotékách s připojením světelného hada nebo majáku, může být také využit k vytváření efektů ve výkladních skříních.



Obr. 7. Deska X06 s plošnými spoji zdroje



Obr. 8. Vnitřní uspořádání přístroje