

# Scénické ovládání LED osvětlení

Ing. Ivo Stražil

V současné době již dostupnost komerčních osvětlovacích prvků na bázi diod LED dosáhla takové úrovně, že se staly samozřejmou součástí moderních interiérů. Bohužel, za bouřlivým vývojem samotných LED prvků poněkud zaostává vývoj vhodných systémů pro ovládání na LED prvcích založených systémů osvětlení: nejběžnější je stále užití samostatného síťového zdroje, spínaného na primární straně. Máme-li složitější požadavky, například ovládání více osvětlovacích těles stiskem jednoho tlačítka, máme v podstatě jedinou možnost: užití některý ze systémů pro inteligentní elektroinstalace. Bohužel, budovat inteligentní elektroinstalaci jen a pouze pro ovládání několika svítidel je stále ekonomicky nemyslitelné.

Z těchto důvodů jsem vyvinul čtyřnásobný stmívač LED prvků pracujících na napěťové úrovni 12 V. Stmívač je vybaven kontaktním ovládáním pro jednoduché ruční spínání a stmívání jednotlivých prvků a bezdrátovým rádiovým ovládáním. To je schopno podle naprogramování jednotky nastavit stiskem jednoho tlačítka požadovanou světelnou scénu (tedy nastavit jas svitu některých nebo všech ovládaných svítidel). Jeden rádiový povел může přijmout více stmívačů, nejsme tedy omezeni na scény vytvořené pomocí čtyř osvětlovacích prvků.

Součástí sestavy je i bezdrátový dotykový ovladač pro čtyři povely, určený pro vestavbu do instalačních rá-

mečků spolu s klasickými vypínači či zásuvkami.

## Čtyřnásobný stmívač

### Technické parametry

Napájecí ss napětí: 12 V (9 až 15 V).  
 Vlastní odběr proudu: asi 30 mA.  
 Zátěž: max. 4x 3 A, neindukční.  
 Rozměry: 88,9 x 63,5 x 25,4 mm  
 (bez svorkovnic).  
 Provozní teplota: 0 až 50 °C.

### Popis zapojení

Srdcem čtyřnásobného stmívače (viz obr. 1) je mikrokontrolér ATMe-

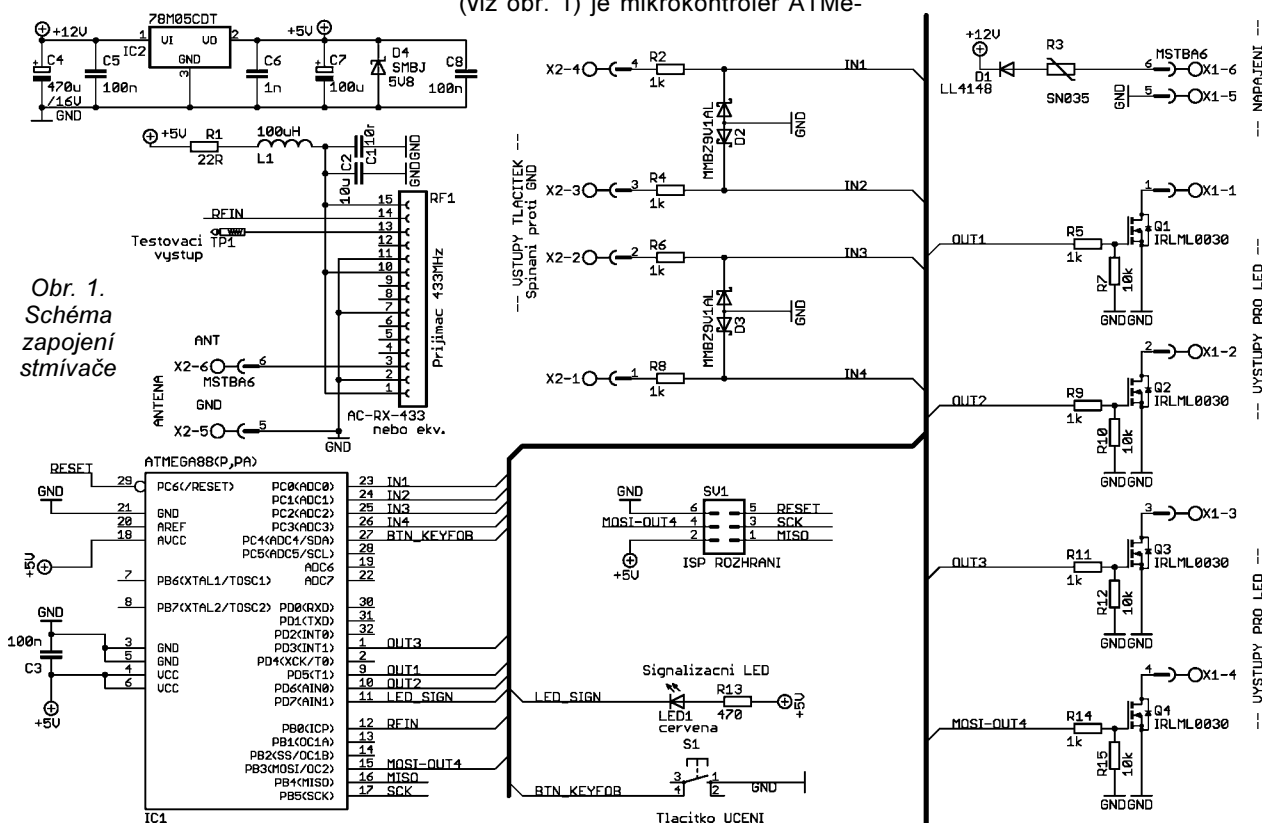


ga88 (IC1). Tento osmibitový mikrokontrolér je taktován frekvencí 8 MHz z interního RC oscilátoru.

Stmívač je napájen z vnějšího zdroje 12 V, který slouží i pro napájení LED svítidel. Napájecí napětí je přivedeno na svorky X1-6 a X1-5 a je jištěno vratnou pojistkou R3. Dioda D1 chrání stmívač v případě přepólování napájecího napětí.

Výstupy 4 pulsně-šířkových modulátorů IC1 přímo spínají tranzistory MOSFET Q1 až Q4, které spínají záporné póly LED svítidel 12 V, připojené na svorky X1-1 až X1-4. Kladné póly LED svítidel jsou připojeny mimo desku s plošnými spoji přímo na kladný pól vnějšího zdroje 12 V (např. na svorku X1-6).

Rezistory R7, případně R10, R12, R15 zajišťují spolehlivé zavření tranzistorů MOSFET v případě, že je výstup mikrokontroléru ve stavu vysoké



Obr. 1. Schéma zapojení stmívače

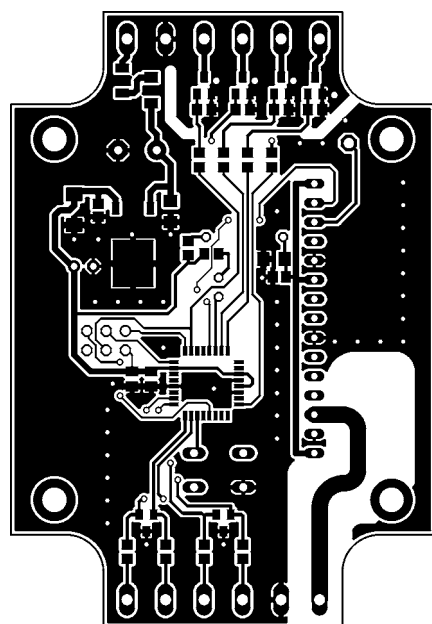
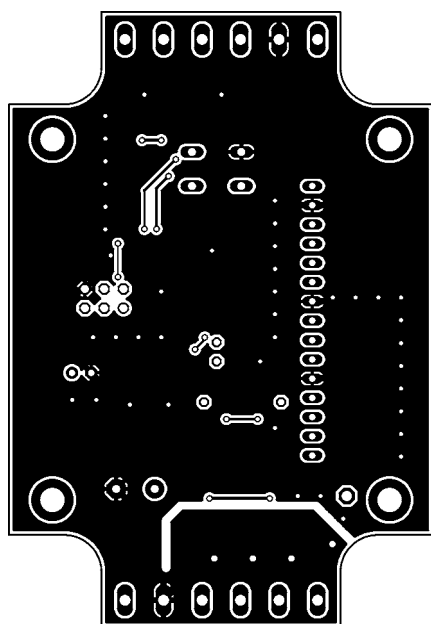
impedance, například během programování rozhraním ISP. Rezistory R5, R9, R11 a R14 spolu s kapacitou hradel tranzistorů snižují strmou náběžných a sestupných hran výstupního průběhu a tak omezují vyzařované rušení.

Použité tranzistory IRLML0030 mají malý odpor kanálu v sepnutém stavu ( $R_{DS(On)} = 40 \text{ m}\Omega$ ) a jsou schopny v miniaturním pouzdře SOT-23 spínat proudy až 3 A, což při napětí 12 V odpovídá příkonu svítidla 36 W. Vznikne-li požadavek na spínání větších proudů, je možné tranzistory nahradit jiným typem MOSFET, například v pouzdře TO-220 vyhovuje tranzistor IRLB8748PbF až do proudu 15 A. Samozřejmě musíme uvažovat i proudovou zatížitelnost cest na desce s plošnými spoji.

Vnější ovládací tlačítka připojujeme mezi svorky X2-1 až X2-4 a zem (svorku X1-5). Tlačítka jsou připojena ke vstupům portu C mikrokontroléru přes kombinace rezistorů 1 k $\Omega$  a tranzistoru MMBZ9V1AL, která chrání mikrokontrolér před poškozením napěťovými špičkami.

Pro příjem signálu bezdrátového ovladače je použit modul přijímače ASK 433,92 MHz AUREL AC-RX-433. Anténu (kus drátu o délce asi čtvrtiny vlnové délky) připojujeme do svorky X2-6. Ze zkušeností autora vyplývá, že umístění a provedení antény není vůbec kritické, dosah běžných ovladačů i popisovaného dotykového ovladače je i s odpojenou anténou několik metrů.

Modul přijímače je napájen napětím 5 V přes filtr R1/L1/C1+C2. Na pájecí plošce TP1 můžeme osciloskopem sledovat přijímaný signál po demodulaci před tvarováním; výstup tvarovače modulu je přiveden na vstup přerušeni „input capture“ mikrokontroléru IC1 vodičem RFIN.



Obr. 2. Deska s plošnými spoji stmívače



Obr. 3. Osazená deska stmívače

Pomocné obvody tvoří stabilizátor napětí 5 V s obvodem 78M05 (IC2), signalizační LED1, tlačítko pro učení klíčenek S1 a programovací konektor rozhraní ISP (SV1).

### Konstrukce

Všechny obvody stmívače jsou umístěny na jediné oboustranné desce s plošnými spoji (obr. 3). Deska je frézována tak, aby ji bylo možné přesně vložit do krabičky typu S3A-352510, kterou v ČR prodává SOS Electronic. Pro svorkovnice vypilujeme otvory v užších bocích krabičky a na krabičku nalepíme štítek, který je ke stažení na [www](http://www) stránce autora.

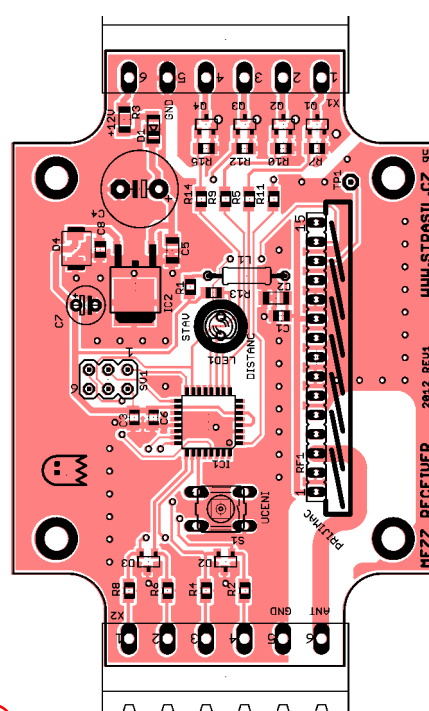
### Ovládání

Stisk tlačítek připojených ke svorkám X2-1 až X2-4 přímo ovládá jednotlivé výstupy stmívače (X1-1 až X1-4):

krátkými stisky tlačítka příslušné osvětlovací těleso zapneme s plynulým přechodem jasu na plný výkon, případně vypneme; dlouhým stiskem tlačítka regulujeme jas v rozmezí od 0,5 až 100 %.

Zajímavější je ovládání bezdrátové: stmívač je schopen přijmout povel od téměř jakéhokoliv vysílače standardu Keeloq 433,92 MHz s modulací ASK a kódováním 1/3-2/3 nebo Manchester, čili od většiny rádiových dálkových ovladačů západní proveniencí. K ovládání stmívače tedy můžeme použít kromě v další části článku popisovaného dotykového ovladače například i nástěnné nebo kapesní ovladače systému Enika BOSys.

Stmívač je vybaven pamětí pro 32 povelů (kombinací sériového čísla v paměti ovladače a stisknuté kombinace tlačítek). Jednotlivé povely musíme nejprve stmívač naučit. Po stisku tlačítka S1 se rozblíká LED1 a zaříze-



ní vyčkává na příjem povelu. Poté, co vyšleme ovladačem povel, se blikání LED1 zpomalí (pokud LED1 zhasne, není již v paměti povelů místo) a startuje třicetisekundová perioda učení, během níž tlačítka připojenými na svorky X2-1 až X2-4 nastavujeme požadovanou světelnou scénu pro daný povel. Po uplynutí 30 sekund LED1 zhasne a nastavení světelné scény bude uloženo do paměti. Stejným postupem můžeme změnit již jednou naučený povel.

Při příjmu povelu se změni jasy těch výstupů, jejichž tlačítka byla během třicetisekundové periody učení stisknuta - výstupy, jejichž tlačítka stisknuta nebyla, svůj stav nezmění.

Paměť povelů smažeme přidržetím tlačítka S1 při zapínání napájecího stmívače.

## Osazení a oživení

Osazení desky s plošnými spoji přijímače je bezproblémové. Při ožívování připojíme desku na 12 V z laboratorního zdroje s proudovou pojistkou 100 mA a nahrajeme firmware do mikrokontroléru ISP programátorem (např. Atmel AVR Dragon). Po nahrání firmwaru smažeme paměť povelů a ověříme všechny funkce zařízení.

## Seznam součástek

R1	22 Ω, SMD 0805
R2, R4, R5, R6, R8, R9, R11, R14	1 kΩ, SMD 0805
R3	polyswitch, SN035
R7, R10, R12, R15	10 kΩ, SMD 0805
R13	470 Ω, SMD 0805
C1	10 nF, X7R, SMD 0805
C2	10 μF/16 V, X7R, SMD 1206
C3, C5, C8	100 nF, X7R, SMD 0805
C4	470 μF/16 V
C6	1 nF, NP0, SMD 0805
C7	100 μF/16 V
D1	LL4148
D2, D3	MMBZ9V1AL
D4	SMBJ 5V8
IC1	ATMEGA88(P,PA)
IC2	78M05CDT

L1	100 μH
LED1	3 mm, červená
Q1až Q4	IRLML0030
RF1	Aurel AC-RX-433
S1	tact switch
SV1	pinová lišta 2 x 3 piny
X1, X2	Phoenix Contact MSTBA6
Krabička:	New Age Enclosures S3A-352510

## Dotykový ovladač

Zejména pro řízení popsaného stmívače byl navržen jednoduchý nástěnný rádiový ovladač ovládaný čtveřicí dotykových plošek. Výhodou konstrukce je zejména to, že je možné desku ovladače vestavět do téměř libovolného plastového pouzdra a není nutné mechanicky řešit ovládací tlačítka - pokyn vyšleme prostým dotykem pouzdra přístroje. Rozměry jsou zvláště vhodné pro vestavbu za tovarní záslepku vypínače v rámečcích ABB designu Swing, Tango, Element apod.

## Technické parametry

Napájecí ss napětí:	3 V.
Odběr proudu:	asi 25 mA při vysílání, < 100 μA v klidu.
Rozměry:	58 x 58 x 25 mm.
Provozní teplota:	0 až 50 °C.

## Popis zapojení

Ovladač využívá specializované IO AT42QT1040 (IC1, viz schéma na obr. 4) určeného pro kapacitní detekci dotyku na čtyři dotykových ploškách. Obvod je zapojen podle aplikačních doporučení výrobce [2] v režimu „slow scan“, kde je spotřeba obvodu snížena za cenu zvýšení reakční doby na dotyk.

Pájecí propojka SJ2 umožňuje zapnout režim AKS (Adjacent Key Selection) obvodu IC1. V tomto režimu je v případě dotyku více plošek současně detekován pouze první dotyk (můžeme tedy vyslat maximálně čtyři různé povelu); v normálním režimu je možné dotykem více plošek součas-

ně vyslat další povelu (můžeme tedy užít až 15 různých povelů).

Výstupy obvodu IC1 jsou v provedení *open-drain* a musí tedy být ošetřeny rezistory R9 až R12.

Informace o dotyku plošky je přes inventury IC4 vedena do integrovaného kodéru Keeloq HCS300 (IC3). Jde o speciální IO pro bezdrátové ovladače, který na základě informace o stisku tlačítek, zavedené do vstupů S0 až S3, generuje kódovou sekvenci ve standardu Keeloq. Tuto sekvenci přivádíme přímo do modulačního vstupu integrovaného vysílače ASK 433 MHz Aurel TX-4MSIL.

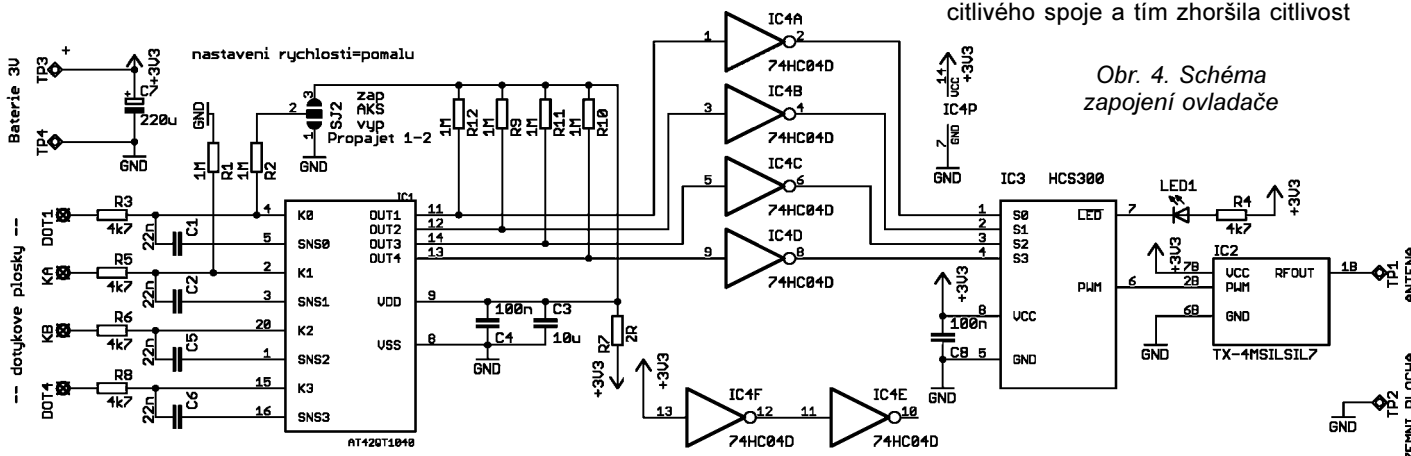
Obvod HCS300 je možné speciálním programátorem nastavovat (zejména měnit jeho sériové číslo či parametry kódování). Uvedená konstrukce je navržena tak, aby bylo možné obvod užít i bez nutnosti provést toto nastavení.

Napájení ovladače je bateriové, jsou užity dva alkalické články velikosti AA. Životnost článků se pohybuje kolem jednoho roku.

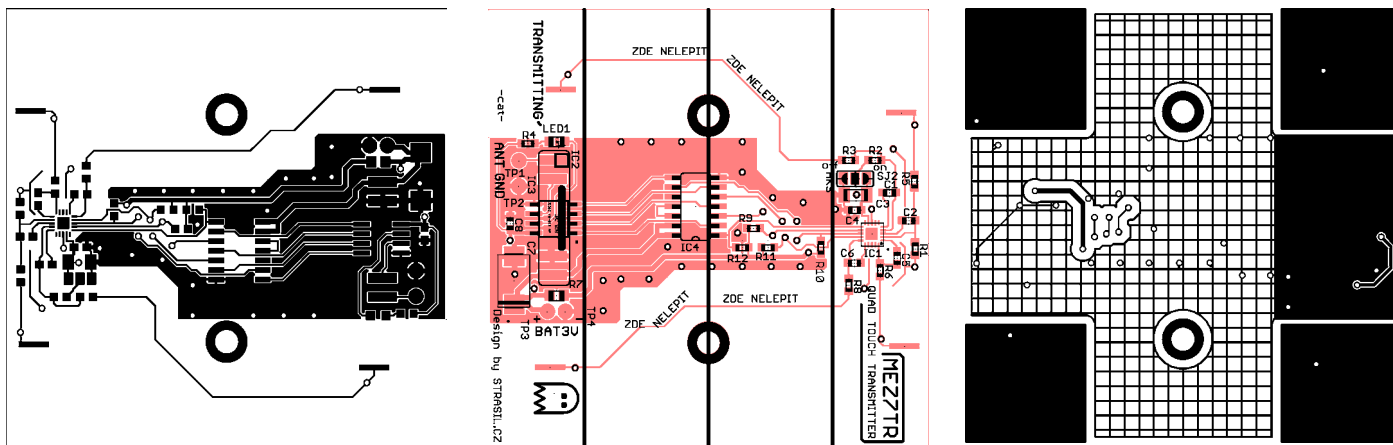
## Konstrukce

Všechny obvody ovladače jsou umístěny na jedné oboustranné desce s plošnými spoji (obr. 5). Deska je osazena kompletně součástkami SMD, jediný vývodový komponent - radiomodul IC2 - je připájen na plošky mědi ze strany součástek a jeho vývody tedy neprocházejí deskou. Výsledkem je, že strana spojů desky je zcela rovinná a umožňuje montáž ovladače oboustrannou lepicí páskou na rovinný přední panel (například záslepku v designu vypínače) podle obr. 6A. Potřebujeme-li použít vypouklý přední panel, vlepíme v místě dotykových plošek mezi plošný spoj ovladače a přední panel hustou pěnovou gumou (obr. 6B).

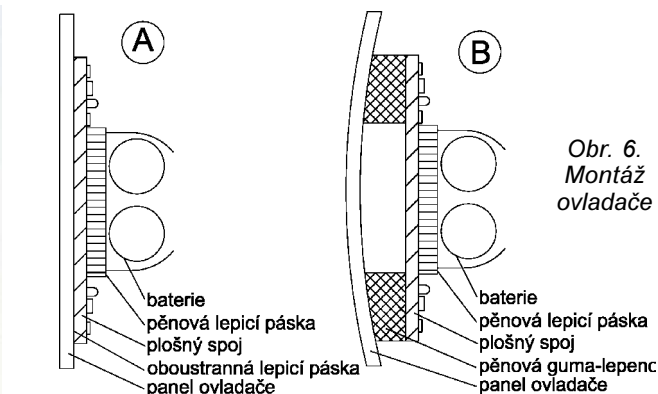
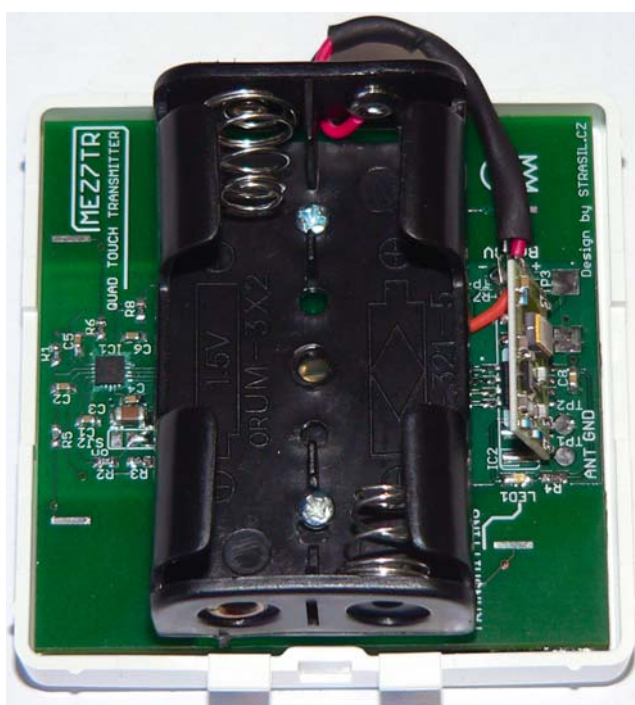
Držák s dvojicí baterií AA nalepíme oboustrannou pěnovou lepicí páskou na stranu součástek desky s plošnými spoji. Dbáme na to, abychom lepicí pásku nepoužili v místech, kudy jsou vedeny spoje od dotykových plošek k IC1. Na těchto místech by páska zbytečně zvětšila parazitní kapacitu citlivého spoje a tím zhoršila citlivost



Obr. 4. Schéma zapojení ovladače



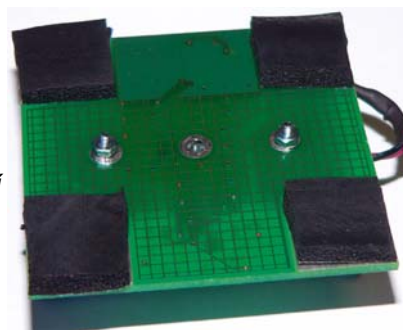
Obr. 5. Deska s plošnými spoji ovladače



Obr. 6. Montáž ovladače

Obr. 7. Osazená deska ovladače

Obr. 8. Zadní strana desky



zařízení. Příslušná místa jsou na desce označena potiskem „ZDE NELEPIT“. Při použití vypouklého předního panelu můžeme držák připevnit i dvojicí šroubů M2,5; jak je zřejmé z fotografií.

Kablík od bateriového pouzdra připájíme na plošky TP3 (+) a TP4 (-). Anténu tvořenou kouskem drátu o délce přibližně čtvrtiny vlnové délky připájíme na plošku TP1; máme-li možnost, můžeme na plošku TP2 připojit protiváhu.

### Osazení a oživení

Osazení desky s plošnými spoji je vzhledem k užití miniaturních součástek poněkud náročnější. Integrovaný obvod IC1 je nutné pájet horkým vzduchem za použití pájecí pasty, osazení zbylých komponent je možné při pečlivé práci provést i ručně.

Radiomodul IC2 zapájíme rovnoběžně s deskou a poté ohneme do polohy kolmé k desce, jak je zřejmé z fotografií.

Zařízení by mělo pracovat na první zapojení, funkci obvodů IC1, IC3 a IC4 ověříme nejnázne sledováním svitu LED1, která by se měla při přiblížení prstu k dotykové plošce rozsvítit. Při ožívování použijeme laboratorní zdroj s omezením proudu nastaveným na 0,1 A.

### Seznam součástek

R1, R2,	
R9 až R12	1 M $\Omega$ , SMD 0603
R3 až R6,	
R8	4,7 k $\Omega$ , SMD 0805
R7	22 $\Omega$ , SMD 0805
C1, C2,	
C5, C6	22 nF, X7R, SMD 0603
C3	10 $\mu$ F/16 V, X7R, SMD 1206
C4, C8	100 nF, X7R, SMD 0603
C7	220 $\mu$ F/4 V, SMD, tantal
IC1	AT42QT1040
IC2	Aurel TX-4MSIL
IC3	HCS300
IC4	74HC04D
LED1	zelená, SMD 0805
Pouzdro	bateriové 2x AA

### Závěr

Popisovaná konstrukce stmívače a ovladače pro řízení LED osvětlení doplňuje současnou nabídku komponent pro ovládání osvětlení systémem na pomezí mezi klasikou a inteligentní elektroinstalací.

Pokud máte jakékoliv náměty, dotazy nebo připomínky, kontaktujte mě prosím na e-mailu: [ivo@strasil.net](mailto:ivo@strasil.net)

Podklady pro výrobu DPS, možnost nákupu některých komponent a případné doplňující informace jsou dostupné na [www.strasil.net/pe](http://www.strasil.net/pe).

### Literatura

- [1] Katalogové listy použitých komponent
- [2] <http://www.atmel.com/Images/doc-10752.pdf>