

Záznamový bytový zvonček

Valentin Kulikov

Váš zvonček napovie veľa o vašom domove. Ak znie príjemne znamená to, že vstupujeme do šťastnej domácnosti. Zvonček vyzvára podľa vášho želania, to znamená, že môže prehrávať rôzne zvukové efekty či už audioklipy, reč, hudbu a iné zvukové kreácie. Toto zapojenie vzniklo na základe nápadu využiť obvod ISD16XX od firmy Winbond [2] určený pre záznam zvuku, predtým inzerovaný v [8], pre konštrukciu takého bytového zvončeka. Keď k vám niekto zazvoní, prehrá sa vami nahraný zvuk. V tomto článku je popísaný funkčný prototyp, ktorý položil základ pre finálnu verziu popísanú na stránke www.vvku.eu/rdb011e [1] doplnenú o niekoľko užitočných funkcií oproti prototypu uverejnenom v tomto článku.



Elektrické parametre

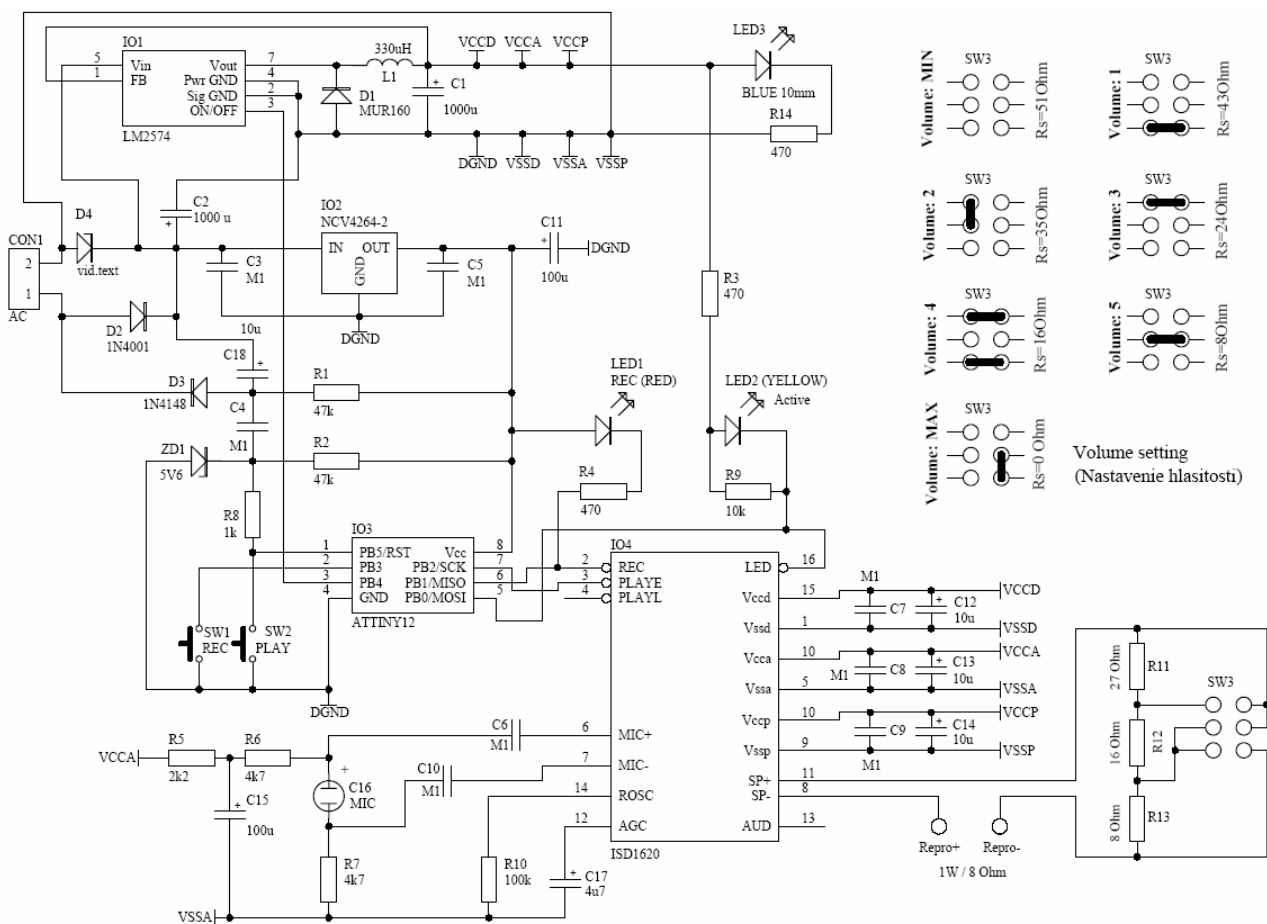
Napájacie napätie AC: 8-18 V
 Pohotovostný prúd: <math>< 500 \mu\text{A}</math>
 Prevádzkový prúd: <math>< 250 \text{ mA}</math>
 Max. výstupný výkon: 670 W
 Pripojenie: dvojvodičové
 Dĺžka záznamu: ~ 25 sekúnd
 Vzorkovacia frekvencia: ~ 8 kHz

Opis funkcie a zapojenia

Základom zvončeka je obvod ISD1620 [2], ktorý je ponúkaný v PDIP20 alebo SIC20 púzdrach. Obvod obsahuje všetky potrebné časti pre spracovanie, záznam a reprodukciu audiosignálu. Dobre spracovaný opis funkcie tohto obvodu je uvedený v [4], kde je možné získať aj podrobnú dokumentáciu v českom jazyku a zakúpiť aj samotný obvod. V jednoduchosti je možné funkciu obvodu popísať nasledovne. Audiosignál z mikrofónu zosilnený zosilňovačom s AGC (Automatic Gain Control) je vzorkovaný (4-12kHz) a zaznamenávaný do „multi-level storage (MLS)“ pamäte. Maximálna dĺžka záznamu závisí od vzorkovacej frekvencie (výrobca udáva hodnotu 13-40 sekúnd, kde vyššia vzorkovacia frekvencia znamená kratší záznamový čas). Počas reprodukcie je signál zosilnený zabudovaným zosilňovačom triedy D, ktorého maximálny výstupný výkon je približne 670 mW pri napájacom napätí $V_{cc}=5,5 \text{ V}$ a odpore reproduktora 8 Ohm. Takýto zosilňovací stupeň, využíva pulznú moduláciu (PWM)

a vyznačuje sa vysokou účinnosťou. Preto sa samotný obvod pri reprodukcii nezahrieva a nepotrebuje chladenie. Obvod pre svoju funkciu vyžaduje napájacie napätie v rozsahu 2,4-5,5 V a jeho prúd v kľudovom režime je menší ako 1 uA. Schéma zapojenia zvončeka je uvedená na Obr. 1. Spotreba ISD1620 pri reprodukcii sa môže zvýšiť na hodnotu vyššiu ako 100 mA. Preto za účelom zvýšenia účinnosti napájania obvodu bez nutnosti použitia chladenia predovšetkým pre vyššie napájacie napätia bol použitý DC/DC konvertor IO1, LM2574 [5], ktorý mení vstupné napájacie napätie v rozsahu 8-40 V na konštantné napätie 5 V (0,5 A max) pre IO4. Samotný obvod LM2574 má v pracovnom stave odber 5-9 mA. Tento prúd je možné znížiť uvedením obvodu do pohotovostného módu (STAND-BY), v ktorom sa jeho odber zníži pod 400 uA (typicky pod 100 uA). LM2574, BUCK konvertor (vstupné napätie je vyššie ako výstupné) [6], potrebuje pre svoju funkciu indukčnosť L1 (musí byť dimenzovaná na prúd minimálne 0,5 A, frekvenciu 50 kHz), spínaciu diódu D1 (Schottky s nízkou hodnotou prahového napätia) a filtračný kondenzátor C1 (pri použitej frekvencii 50 kHz sériový odpor, ESR, kondenzátora nie je kritický a vyhovuje väčšina elektrolytických kondenzátorov). DC/DC konvertor je uvádzaný do prevádzkového stavu signálom nízkej úrovne z vývodu PB4 procesora (MCU) IO3, ATMEL ATTiny12. Na ovládanie

ISD1620 slúžia tri vstupy (REC, PLAYE, PLAYL), z ktorých sa v tejto konštrukcii využívajú vstupy REC a PLAYE. Obidva vstupy sú pripojené k vývodom procesora IO3 (PB1, PB2), ktorý synchronizuje signály na REC a PLAYE so signálom pre spúšťanie DC/DC konvertora IO1. Samotný procesor je nepretržite napájaný z lineárneho stabilizátora IO2, z produkcie firmy ON Semiconductor, ktorý sa vyznačuje nízkou vlastnou spotrebou (pod 60 uA) a maximálnym prúdom 150 mA. Pre jeho správnu funkciu slúžia kondenzátory C3, C5 a C11. Podobné kondenzátory C7-C9 a C12-C14 sú potrebné pre obvod ISD1620, ich hodnoty a umiestnenie sú odporúčané výrobcom v návrhárskej príručke [3]. Hodnota rezistora R10 nastavuje vzorkovaciu frekvenciu (hodnota 100 kOhm zodpovedá približne vzorkovacej frekvencii 8 kHz). Kondenzátor C17 je použitý pre nastavenie dynamiky a zosilnenia AGC (Automatic Gain Control) mikrofónového zosilňovača. Ostatné komponenty ako R5-R7 a C6, C10 a C15 slúžia na elektrické pripojenie a prispôsobenie elektretového mikrofónu. Keďže obvod ISD1620 neobsahuje reguláciu hlasitosti a zmena napájacieho napätia má malý vplyv na výstupný výkon, boli použité tri rezistory zapojené do série s reproduktorom. Ich kombinácie umožňujú nastavenie hlasitosti v siedmich stupňoch, ako je to zobrazené v pravej hornej časti schémy zapojenia na Obr. 1. Funkcia zvon-



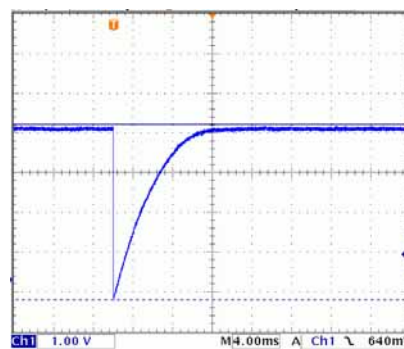
Obr. 1. Schéma zapojenia záznamového zvončeka s rozpisom nastavenia hlasitosti

čeka je indikovaná LED2, ktorá bliká v čase, keď zvonček reprodukuje záznam. LED1 slúži na indikáciu stavu záznamu. Ak je tlačidlo REC stlačené dlhšie ako je kapacita pamäte, LED1 svieti len po dobu naplnenia pamäte. LED3 bola doplnená dodatočne (nemá formované plôšky na DPS) pre optickú signalizáciu zvonenia. Pre ochranu zvončeka voči možným prepäťovým špičkám je vhodné použiť suppressor (pulznú výkonovú Zenerovú diódu) s prierazným napätím 18 V. V tejto konštrukcii bol použitý suppressor 1SMB18AT3G (18V/600W@1ms) pre povrchovú montáž (púzdro SMB) z produkcie ON Semiconductor.

Inštalácia zvončeka

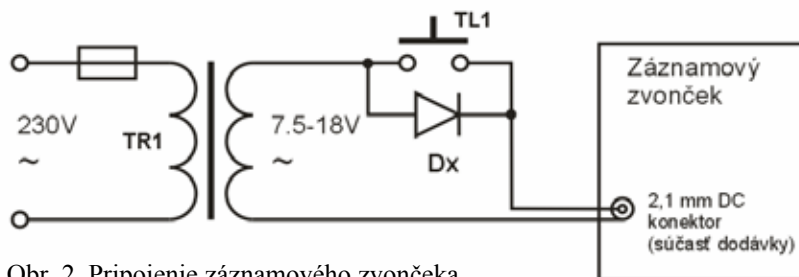
Tento zvonček bol navrhnutý ako priama náhrada bežných elektromagnetických zvončekov. Preto celá napájacia časť je optimalizovaná pre dvojvodičové pripojenie. Zvonček je počas svojej funkcie neustále pod napätím, ktoré získava zo striedavého zvončekového transformátora (TR1) cez diódu Dx, zapojenú paralelne ku zvončekovému tlačidlu, ako je uvedené na Obr. 2. Toto zapojenie bolo mnohokrát využité v minulosti napríklad pre rôzne melodické zvončeky na stránkach amatérskeho rádia a inde. Dióda Dx (1N4001, KY132, atď.), jednocestný usmerňovač, neustále dobíja kondenzátor C2 cez

pomocnú usmerňovaciu diódu D2 (pri zopnutom zvončekovom tlačidle usmerňuje vstupné AC napätie). Ak



Obr. 3. Nameraný priebeh napätia na vstupe PB5 po zopnutí zvončekového tlačidla ($x=4\text{ms}/\text{diel}$, $y=1\text{V}/\text{diel}$)

dôjde k zopnutiu zvončekového tlačidla, záporné polvlny striedavého napätia, cez diódu D3, nabijú kondenzátor C18. Napätie z C18 sa pulzne prenesie kondenzátorom C4 na vstup PB5 mikroprocesora. Rezistory R1 a R2 spolu s C4 určujú RC konštantu. Nameraný priebeh napätia po zopnutí zvončekového tlačidla je uvedený na Obr. 3. Zenerová dióda



Obr. 2. Pripojenie záznamového zvončeka

ZD1 obmedzuje napätie na vstupe PB5 pri pripojení zvončeka k elektrickému rozvodu pre prípad náhlych zmien napájacieho napätia či už plynulých alebo pulzných. Táto ochrana je potrebná z dôvodu absencie ochrannej diódy, na rozdiel od ostatných vývodov procesora. PB5 je alternatívny vstup procesora a je zároveň používaný pre vysokonapäťové programovanie [7].

Praktická realizácia

Zvonček bol navrhnutý na obojstrannej DPS (Obr. 6), s minimálnym počtom vrchných prepojov pre mož-



Obr. 5. Praktická realizácia prototypu zvončeka

nosť použitia jednostrannej DPS, ktorá je jednoduchšie zhotoviteľná v amatérskych podmienkach. V realizovanom prototypu bola vrchná strana DPS nahradená drôtovými



Obr. 4. Osadená DPS

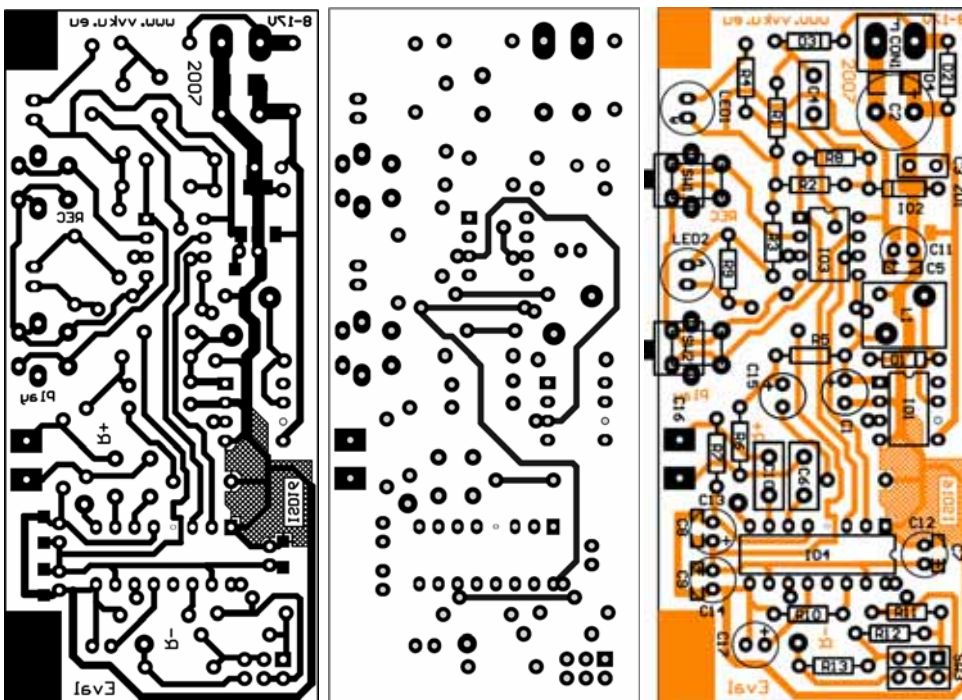
prepojkami (Obr. 4). Počas samotnej konštrukcie je vhodné najskôr upevniť mosadzné uholníky po stranách (skrutkami alebo nitmi) potom osadiť SMD komponenty IO2, D4, C7-C9 a C5 zo spodnej strany DPS, potom osadiť prepojky, rezistory, integrované obvody, kondenzátory a nakoniec mikročladičlá. Aj napriek tomu, že boli použité vertikálne mikročladičlá (je možné použiť aj horizontálny typ v závislosti od požiadaviek konkrétnej mechanickej konštrukcie, DPS je prispôbená na obidva typy mikročladičiel). DPS bola, pomocou dvoch skrutiek upevnená prostredníctvom mosadzných uholníkov na predný panel vedľa reproduktora, ako je to zachytené na Obr. 5. Predný panel zvončeka bol vyrobený zo zvyšku plávajúcej podlahy. Do predného panela boli naví-

tané diery pre reproduktor, mikročladičlá, MIC a LED. Prívody LED a MIC boli predĺžené a prispôbené mechanickej konštrukcii. Zo spodnej strany bola k prednému krytu priskrutkovaná vhodná plastová krabička, ktorá uzavrela objem pre reproduktor a elektroniku. Použitý reproduktor bol 3W/8 Ohm z pokazeného TV prijímača.

Tlmivku, mikrofón a ďalšie komponenty je možné zakúpiť napríklad vo firmách RLX, SOS, a ďalších. Lineárny stabilizátor IO2 je možné zameniť iným vhodným typom od firiem Linear, Maxim, Analog a pod. Použitý rezistory boli 0,25W 5%, ak nie je uvedené inak.

Riadiaci program MCU

Zdrojový kód pre MCU bol vytvorený v prostredí Atmel AVR Studio 4 a je napísaný v AVR assembleri. Popisu sekvencií programu sa nebudem venovať, jeho beh je definovaný vlastnosťami samotného ISD obvodu. HEX súbor je možné nájsť na stránkach Amatérskeho Rádia [8]. Pozor, aby zapojenie správne fungovalo, je nutné správne naprogramovať FUSES (0x24), predovšetkým RSTDISBL (ktorým sa zakáže RST, a namiesto neho sa použije alternatívna funkcia PB5 vstupe pre detekciu signálu zo zvončekového tlačidla). Keďže Atmel.hex súbory neobsahujú nastavenie FUSES (konfiguračných bitov), musia byť nastavené manuálne priamo v obslužnom programe použitého programátora. Treba poznamenať, že RST pin má po naprogramovaní FUSES inú funkciu (vstupný pin), a nie je možné už naprogramovaný procesor reprogramovať (mazať) pomocou nízkonapäťových (ISP) programátorov ako napríklad PonyProg, ATMEL ISP a pod. Jediná možnosť je použiť programátor s HV (High Voltage) módom napríklad STK500, AVR Dragon, Eldec atď.



Obr. 6. DPS s rozmerom 41x92 mm, spodná strana (vľavo), vrchná strana (v strede), rozmiestnenie súčiastok (vpravo)

Záver

Tento projekt začal experimentmi s obvodom GONG 123 (už niekoľkokrát popísaným na stránkach AR). Bohužiaľ, kvalita reprodukcie nebola uspokojivá, a preto po zhladnutí článku o ISD obvodoch v niektorom z čísel *Praktickej elektroniky* som pristúpil k prvým pokusom s týmito zaujímavými obvodmi [2]. Dávnejšie som u firmy SOS zakúpil obvod ISD14XX, na ktorom som uskutočnil prvé experimenty. Napokon porovnaním parametrov jednotlivých obvodov rady ChipCoder som pristúpil k použitiu obvodu ISD1620, ktorý bolo možné získať v prevedení DIP, a ktorý som získal od firmy FANDA elektronik s.r.o., ktorá je výhradným distribútorom týchto obvodov pre ČR. Konštrukcia popísaná v tomto článku je predchodcom finálneho záznamového zvončeka, ktorý bol doplnený o niekoľko užitočných funkcií ako elektronická regulácia hlasitosti nepostrádateľná pre domácnosti s malými deťmi, detekcia trvale zopnutého tlačidla, ktoré chýba pri niektorých komerčne prístupných zvončekom. Existuje niekoľko výrobcov podobného zvončeka, napríklad na Slovensku je dostupný produkt poľskej firmy ZEMEL (DNU210, v cenách 1600-1830Sk). Tento zvonček pre svoju funkciu vyžaduje batériové napájanie, kvalita zvuku je nízka kvôli nízkej vzorkovacej frekvencii a pri zaseknutom (trvale zopnutom) tlačidle zvonček neustále zvoní. Pri potulkách internetom som narazil na podobné produkty od firiem BCS (YourBell), Jacob Jensen (USB doorbell), Re-Bell a Dimango, ale tie sa pohybujú vo vyšších cenových reláciách a nemal som možnosť ich otestovať, kvôli ich nedostupnosti na slovenskom trhu.

Pre tých, ktorí by si chceli zadovážiť zostrojený finálny zvonček (Záznamový zvonček, zobrazený na Obr. 7), je možné ho objednať v obmedzenom množstve na stránkach

http://www.vvku.eu/rdb011e/intro_sk.html [1], kde sú k dispozícii aj uží-



Obr. 7. Finálny záznamový zvonček <http://www.vvku.eu/rdb011e>, ktorého základ položila konštrukcia popísaná v tomto článku

vateľské manuály v slovenskom a anglickom jazyku.

Pre tu uvedenú prototypovú konštrukciu je možné objednať naprogramovaný procesor Tiny12, prípadne aj drevenú krabičku (podľa Obr. 7, bez otvorov na tlačidlá a LED diódy), do ktorej je možné zvonček zabudovať. V prípade záujmu, či už o MCU alebo krabičku, prosím, kontaktujte redakciu, v ktorej získate kontakt na autora.

PodĎakovanie

Na záver by som sa chcel poďakovať pánovi Galuszkovi z firmy FANDA elektronik s.r.o. za sprostredkovanie vzoriek takého zaujímavého obvodu ako ChipCoder ISD je a pánovi Kopovi z firmy RLX za sprostredkovanie ISD obvodov a súčiastkovej podpory.

Zoznam použitých súčiastok

C1	1000u/10V (RAD3)
C11, C15	100u (RAD2)
C12-C14, C18	10u (RAD2)
C16	MIC (elektretový)
C17	4u7 (RAD2)
C2	1000uF/35V (RAD5)
C3	M1/50V (keramicky RAD)
C4, C6, C10	M1 (Fóliový RM5)
C5, C7-C9	M1 (SMD 1206)
CON1	MBE152-5-V (SOS)
D1	MUR160 (Axial)
D2	1N4001
D3	1N4148
D4	viď.text
IO1	LM2574 (DIP8)
IO2	NCV4264-2 (SOT223)
IO3	ATTINY12 (DIP8)
IO4	ISD1620 (DIP16)
L1	330uH (SOS, GM)
LED1	Červená 3 mm
LED2	Žltá 3 mm
LED3	LED 10 mm
R1, R2	47k
R10	100k
R11	27 Ohm
R12	16 Ohm
R13	8 Ohm/0,6W
R3, R4, R14	470 Ohm
R5	2k2
R6, R7	4k7
R8	1k
R9	10k
SW1, 2	mikrotlačidlo
SW3	SIP3X2
ZD1	5V6/0,5W

Zoznam literatúry

- [1] http://www.vvku.eu/rdb011e/intro_sk.html
- [2] <http://www.winbond.com>
- [3] „Good Audio Design Practices“ <http://www.winbond.com>
- [4] MART1600 - univerzálny modul pro ISD16xxB, <http://www.elektronika.cz/El-skripty/clanek.asp?ItemID=3365>
- [5] <http://www.onsemi.com/>
- [6] http://en.wikipe-dia.org/wiki/Buck_converter
- [7] <http://www.atmel.com>
- [8] <http://www.aradio.cz/>