

# Melodický zvonek s mikroprocesorem

Ivan Baldík

V poslední době na stránkách PE nacházím konstrukce zapojení s mikroprocesory, které jsou čím dál složitější, a myslím si, že pro tradičního bastlíře, který se chce seznámit s mikroprocesory, absolutně nevhodné. Snad následujícím článkem pomohu opravdovým bastlířům proniknout do tajů MC.

## Úvod.

V následujícím článku bych se chtěl podělit s čtenáři o zkušenosti se sestavením jednoduchého zařízení s MC (mikroprocesor, mikrokontrolér, mikročip) od zadání a konstrukci, až po programování MC a odzkoušení funkce zařízení, a to vše s minimálními vynaloženými náklady. Vytkl jsem si, aby pokud možno byl článek napsán srozumitelně i pro začátečníky.

Jsem si vědom potřeby velkého množství znalostí souvisejících s konstrukcí s MC, od znalosti cizího jazyka, elektroniky, programování, znalosti práce s PC, Internetem atd. Tímto článkem snad množství potřebných znalostí eliminuji na minimum a zdůrazním snad jen ty nejdůležitější.

V dalším předpokládám běžné znalosti s osobním počítačem (PC), práci na Internetu.

Následující kapitolu můžete přeskocit, pokud již máte za sebou nějakou konstrukci s MC.

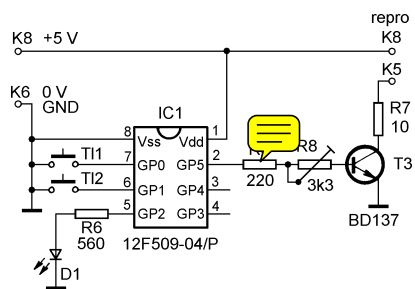
## Obecně

Programovat MC lze různými metodami. Jednou z nich je vlastnit programátor a s ním MC naprogramovat (viz tento článek). Další je např. stáhnutí souboru s programem z Internetu a pomocí programku (zavaděče, bootloaderu, který musí být v MC již naprogramován) si ho nahrát do MC připojeného na port PC. Pokud nemáte možnost naprogramovat nebo získat naprogramovaný MC, tak se do konstrukce zařízení s MC nepouštějte, protože určitě budete potřebovat MC několikrát přeprogramovávat.

Pro začátek u jednoduchých aplikací lze využít toho, že výrobci MC nabízejí simulační programy pro PC (např. MPLAB pro PIC, AVR studio pro Atmel). Pomocí těchto programů lze zhotovit program pro různé typy MC a ten odladit bez nutnosti použít jakékoliv jiné pomůcky (kromě různých dokumentací). Odladění programu je opakovaná úprava programu a ověřování jeho správného chování. Chvilí

jsem laboroval s MC typu Atmel – různá blikátka, minutka atd., pak jsem používal ze zvědavosti obvody PIC. V těchto začátcích mně šlo hlavně o jejich programování a k ověřování funkce jsem využíval zmíněné simulační programy. Simulační programy jsou i vhodné pro seznámení s MC. Samotná následující konstrukce by měla pomoci začínajícím zájemcům pochopit, jak lze složitá elektronická zapojení nahradit zapojením s MC, do kterého je nahrán vhodný program. Zde je snad na místě definovat pro úplně neznalé, co to vlastně MC je. V nejjednodušším případě lze říci, že MC je obvod se vstupy a výstupy, kde výstupy jsou ovládány vhodně sestaveným programem. Program musí reagovat obecně jak na vstupy, tak i na výstupy a musí v neposlední řadě zohledňovat požadavky kladené na navrhované zařízení.

V konstrukci jsem použil MC typu PIC. Tuto volbu se pokusím zdůvodnit. Každý MC je ovládán programem a ten se skládá z posloupnosti instrukcí. Seznam instrukcí je součástí dokumentace MC. Pokud budete programovat v assembleru, tj. s těmito instrukcemi, je pravděpodobně lepší použít MC PIC, který má menší instrukcí a tudíž si je snadněji zapamatujete. Především věty neplatí, pokud použijete tzv. vyšší programovací jazyk, který je srozumitelnější a lze v něm programovat daleko rychleji než v assembleru (nejvíce je asi rozšířený C, ale i Pascal, Fortran a i jiné).



Obr. 1.  
Zjednodušené zapojení zvonku

Vždy je však potřebný překladač, se kterým převedete (zkompilujete) program do vhodného formátu (zde Intel-Hex), který pak pomocí programátoru s řídicím programem nahrajete do MC.

Snad nemusím zdůrazňovat, abyste si článek nejprve pozorně několikrát přečetli a teprve potom se rozhodli, jestli se do konstrukce s MC pustíte. Ale jak jsem se už zmínil, pro začátek s výhodou využijte simulačních programů.

## Zadání

O melodických zvoncích toho na stránkách časopisu PE bylo napsáno v historii AR mnoho, ale nepamatuji se, že by konstrukce využívala zapojení s MC. Proto jsem se rozhodl předvést zapojení jednoduchého obvodu, který lze použít i jinak než melodický zvonek.

Než se pustíme do konstrukce, zdejme si vlastnosti, které bychom měli od tohoto zařízení požadovat. Může to např. být

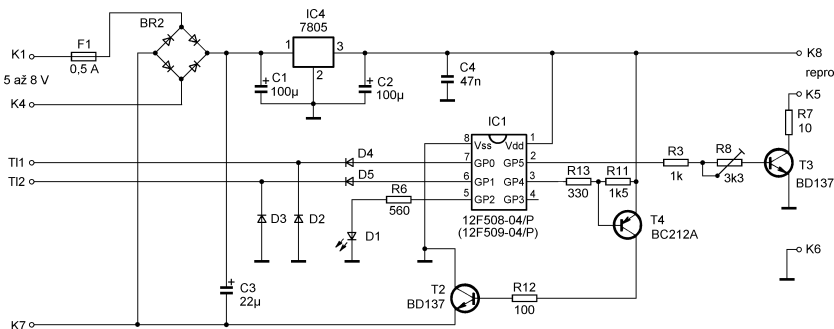
- teplotní rozsah od -20 do 50 °C,
- co nejmenší klidový příkon,
- reagovat na sepnutí zvonkového tlačítka až po definované době – musí být sepnuto alespoň 300 milisekund,
- signalizovat stav trvale sepnutého tlačítka po odehrané melodii (proti vtipálkům),
- ovládání dvěma tlačítky – každé má přiřazenu svoji melodii, atd.

## Popis zapojení

Na obr. 1 je zjednodušené zapojení zvonku. Jeho srdcem je MC PIC12F508 (může být i 509). Tento IO lze opakovaně programovat a také je možno nastavit použití vnitřního oscilátoru, takže nemusí být použit externí. Interní oscilátor má kmitočet 4 MHz. Teplotní rozsah MC je od -45 do +85 °C.

Na rozdíl od zapojení s diskrétními součástkami nelze podle schématu určit, co vlastně bude zařízení dělat, dokud se neseznámíme s programem. U zařízení s diskrétními součástkami jsme museli k pochopení znát minimálně zákony elektrotechniky. U zařízení s MC se musíme navíc umět orientovat v programu. Samozřejmě v obou případech je nutné popsat alespoň v hrubých rysech chování zařízení, to však lze ve většině případů odhadnout ze zadání.

U zde popsaného zvonku jsou vývody MC v zařízení použity takto: GP0 vstup zvonkového tlačítka T11, GP1 vstup zvonkového tlačítka T12, GP2 výstup – informuje o trvalém sepnutí alespoň jednoho tlačítka signálem s kmitočtem 1 Hz,



Obr. 2. Celkové zapojení melodického zvonku

**GP3** nevyužít,  
**GP4** výstup. Je uzemněn po čas přehrávání nebo při trvalém sepnutí T11 nebo T12,  
**GP5** výstup melodie.  
 Podrobný popis mikrokontroléru najdete v [1].

V nejjednodušším případě podle obr. 1 se po přivedení napájecího napětí na MC ozve z reproduktoru naprogramovaný zvuk za předpokladu, že je sepnuto některé tlačítko na zem. Volba přehraného zvuku závisí přitom na tom, zda je sepnuto T11 nebo T12. GP4 bude po celou dobu přehrávání melodie nebo při sepnutém tlačítku uzemněn (je na logické nule). To je využito pro „přidržený kontakt“ s tranzistory T2 a T4, viz obr. 2, který připojuje zařízení na napájecí napětí. V klidu totiž není na mikrokontrolér přivedeno napájecí napětí. Po stisku tlačítka se přivede log. nula na vstup GP0 nebo GP1 (podle toho, které je stisknuto) a současně napájecí napětí 0 V na mikrokontrolér. Přes „přidržený kontakt“ se pak napájí MC i po uvolnění tlačítka. Pokud bude tlačítko sepnuto i po odeznění melodie, objeví se na GP2 signál s kmitočtem asi 1 Hz a LED D1 bude blikat. Odpojením a opětným připojením napájecího napětí se celý cyklus opakuje. Pokud bude napájecí napětí trvale připojeno, lze tento cyklus ovládat pouze spínáním tlačítek. V tomto případě musí být alespoň jedno tlačítko sepnuto více jak 300 ms.

Konečné zapojení, pro které je navržen plošný spoj, je na obr. 2. Zde je využito i výstupu GP4 pro přidržení napájecího napětí.

Myslím, že k zapojení není více co dodat. Pro podrobnější pochopení si prostudujte bohatě komentovaný zdrojový program.

### Konstrukce a oživení

Zhotovte si podle obr. 3 desku s plošnými spoji a osadte ji součástkami. Pro začátek stačí jednoduchá varianta podle obr. 1 s MC, T3, R3, R7, R8, reproduktorem a na GP2 přes R6 připojte LED. Deska osazená všemi součástkami je na obr. 4. Pro napájení použijte 5voltový stejnosměr-

ný stabilizovaný zdroj (baterie s napětím 4,5 V bude stačit) připojený na K8 kladným pólem a na K6 záporným. Samozřejmě nemusíte zatím osazovat zdrojovou část (BR2, IC4, C1, C2, C3). Pro MC použijte objímku. Výstupy MC mohou u tohoto typu být zatíženy proudem 25 mA, všechny dohromady 75 mA, viz dokumentace k MC. Dodržujte raději pravidla pro práci s CMOS (osobně jsem je nedodržoval a obvod přečkal asi 100 přeprogramování a pracuje dodnes). Nyní zasuňte do objímky naprogramovaný MC (viz dále) a po přivedení napájecího napětí a sepnutím libovolného tlačítka na K6 nebo i obou najednou po dobu delší než 300 ms se ozve melodie.

*Pozn.* Při zasouvání MC do objímky dejte pozor na jeho správnou polohu. Při pohledu na MC je na jedné straně značka (prolis, tečka, trojúhelník), jejíž poloha musí souhlasit s „výřezem“ (ve tvaru V) podle obrázku osazení desky součástkami. Buďte také opatrní při vyjímání MC z objímky. Mně se osvědčilo opatrné páčení vhodným šroubovákem zasunutým mezi MC a objímku.

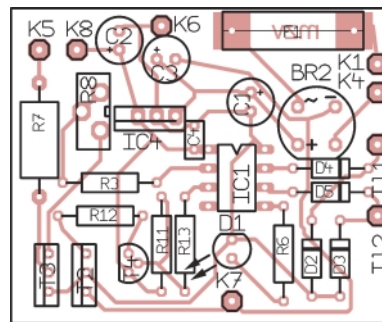
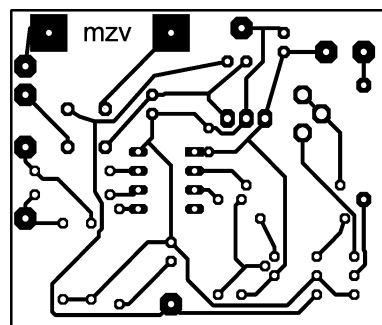
Budete-li chtít konstrukci používat jako domovní zvoněk a ne jen jako pomůcku při práci s MC, osadte všechny součástky podle obr. 4, tj. také usměrňovač, stabilizátor a spínač s T2 a T4. K napájení je pak použit transformátor s napětím sekundárního vinutí 5 až 8 V.

### Překlad a zápis programu

Program je umístěn v souboru se jménem `zv_509.asm` a kratší verze (vynechány definice tónu a zvuků – musíte je doplnit) v souboru `zv_509.zkr.asm`.

Text zdrojového programu je poměrně dlouhý, a tak doufám, že máte možnost si program opatřit stáhnutím z Internetu např. ze stránek autora [5] v sekci [ATMEL PIC], kde jsou mimo jiné také uvedeny odkazy, nebo ze stránek časopisu.

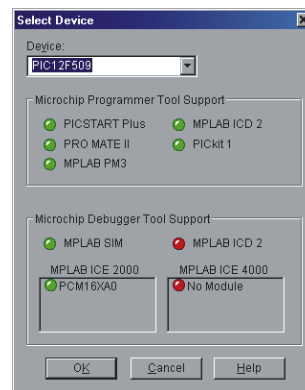
Pro zápis a přeložení programu mikrokontroléru použijeme na PC nainstalovaný program Mplab [1]. V menu pro konfiguraci CONFIGURE, pak SELECT DEVICE, vyberte typ



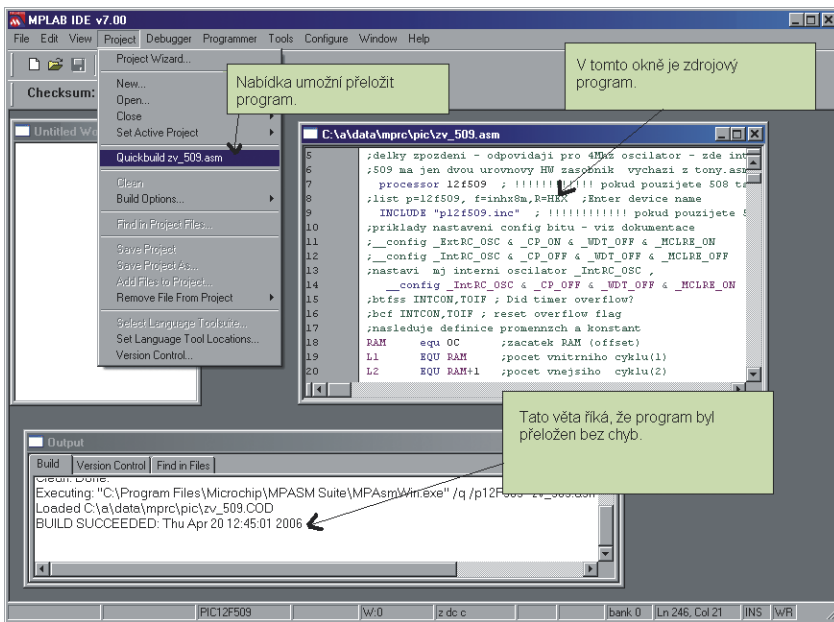
Obr. 3 a 4. Deska s plošnými spoji a osazení součástek na desce zvonku

PIC12F508 nebo PIC12F509, viz obr. 5, podle zápisu ve zdrojovém programu na řádce s textem `INCLUDE „p12f509.inc“` a procesor 12f509. Zapište nebo nahrajte zdrojový program z adresáře, kde je umístěn, a přeložte ho. Výsledný IntelHex formát je umístěn ve stejném adresáři jako zdrojový program. Jméno souboru s IntelHex formátem je `zv_509.hex`. Vše by mělo být patrné z obr. 6. Pro překlad lze také použít program MPASMWIN, který je dostupný po instalaci MPLAB, podle obr. 7.

Pro naprogramování MC použijte např. programátor JDM [2] připojený na sériový port PC (COM1 nebo COM2) a ovládaný příslušným programem IC-prog [4], ve kterém nastavíte některé parametry (v menu), jako druh programátoru, a na jaký port je připojen (sériový vstup PC COM1), úroveň signálů a vyberte typ MC podle použitého v zapojení. Zde PIC12C508 (mistopísmenka „F“ je „C“, „C“ značí, že



Obr. 5. Výběr mikrokontroléru



Obr. 6. Překlad zdrojového programu

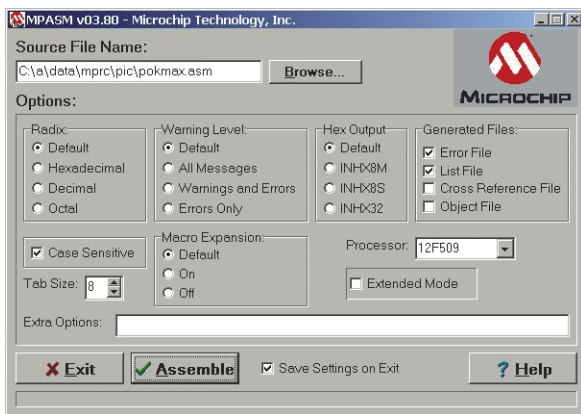
Ize naprogramovat jen jednou, obdoba CD-R). Nejdříve nahrajte tímto programem soubor zv\_509.hex (viz pozn.), zasuňte do programátoru a spusťte programování. Programová-

ní může trvat i několik minut. Pokud programování proběhlo úspěšně, můžete MC přemístit do objímky melodického zvonku a požadované chování zařízení odzkoušet. Postup pro-

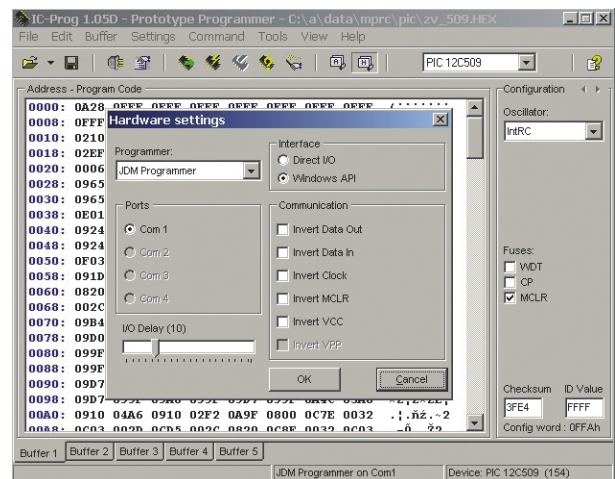
gramování by měl být patrný z obr. 8, 9 a 10. Kód programu ve formátu IntelHex je v tomto případě nezávislý na typu 508 nebo 509, protože je kratší než 512 slov paměti MC.

**Pozn.:** Několikrát jsem musel MC programovat opakovaně a přenastavovat parametry (to samé např. u programu PonyProg). Je to pravděpodobně cena za používání neprofesionálních programátorů. Někdy je potřeba velké trpělivosti a nenechat se odradit prvním neúspěchem. Musíte zkusnout a zkusnout.

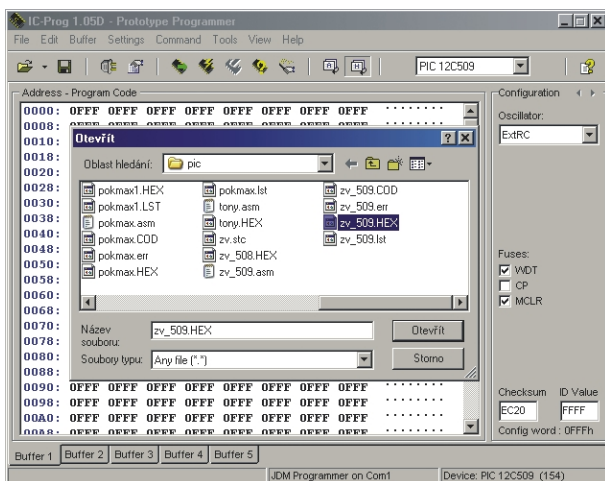
I když vám zařízení funguje, budete ho určitě po nějaké době chtít upravit podle svých představ, např. změnit melodii. K tomu vám stačí pouhá změna programu. V tomto případě můžete opatrně zdrojový program upravovat (nebo dokonce sestavit úplně jiný), opět nahrát do MC a ovlivnit tak chování nezměněného elektrického zapojení. Určitě si najeďnou uvědomíte, jaká je to výhoda používat v zapojení MC. Ostatně asi neříkám nic nového při dnešních možnostech PC. Pro ovlivnění chování programu můžete vhodným nastavením využít simulace v prostředí MPLAB.



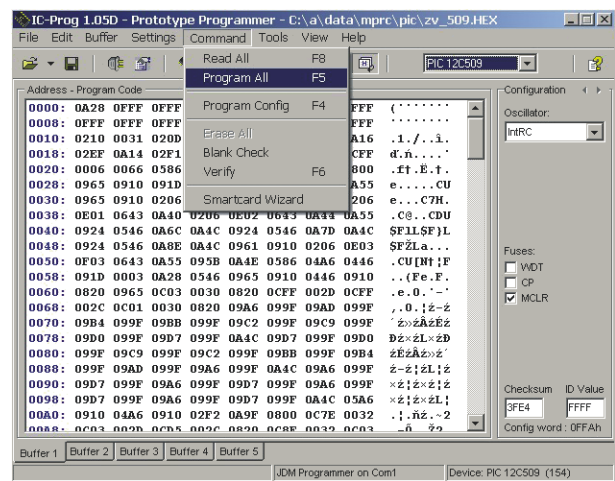
Obr. 7. Překlad zdrojového kódu v programu MPASM



Obr. 8. Nastavení programu IC-Prog



Obr. 9. Volba souboru s kódem MC



Obr. 10. Nahrání kódu do MC v programu IC-Prog

## Závěr

A to je všechno. Snad se mi povedlo pomoci začínajícím amatérům k soběstačnosti při používání MC. Pokud ostatní článek inspiroval a „chytil“ pro práci s MC, tak jsem velmi rád. Všem, kdo byli schopni oživit obvod podle tohoto článku, přeju hodně zdaru ve vývoji dalších konstrukcí s MC.

## Seznam součástek

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| R3     | 1 k $\Omega$                   |
| R6     | 560 $\Omega$                   |
| R7     | 10 $\Omega$                    |
| R8     | 3,3 k $\Omega$ , trimr         |
| R11    | 1,5 k $\Omega$                 |
| R12    | 100 $\Omega$                   |
| R13    | 330 $\Omega$                   |
| C1     | 20 $\mu$ /25 V                 |
| C2, C3 | 100 $\mu$ /16 V                |
| C4     | 47 nF, keramický               |
| BR2    | diodový můstek 1 A, např. W06M |

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| D1          | LED                             |
| D2 až D5    | 1N4001                          |
| F1          | 0,5 A pojistka                  |
| IC1         | 12F508-04/P, DIL8 (12F508-04/P) |
| IC4         | 7805, TO-220                    |
| T2, T3      | BD137 dle odběru                |
| T4          | BC212A (BC558B)                 |
| TI1, TI2    | tlačítka                        |
| objímka     | DIL8 pro IC1                    |
| reproduktor |                                 |

Použité součástky nejsou kritické a lze je volit podle možností. Rezistory jsou miniaturní, kondenzátory s radiálními vývody. Reproduktor může být z vyřazeného televizoru, rádia, počítače apod. Pamatujme na to, že jednotlivé výstupy (piny) MC mohou být zatíženy proudem maximálně 25 mA.

A co ještě budete potřebovat? Osobní počítač, možnost stáhnout z Internetu různé soubory [1], [2], [5], zhotovený programátor [2] a hlavně trpělivost. PC stačí s procesorem

Pentium 200 MHz, RAM 64 MB a operačním systémem Windows 98 SE.

## Odkazy

- [1] <http://www.microchip.com/> Dokumentace, popis (Datasheets), Mplab – simulace MC na PC, sekce Downloads.
- [2] <http://www.belza.cz/digital/jdm.htm>. Programátor pro PIC – JDM.
- [3] <http://www.lancos.com/prog.html>. Programátor pro PIC – PonyProg.
- [4] <http://www.ic-prog.com/>. Ovládací program pro programátory, programování v C.
- [5] [www.muweb.cz/www/ivanb](http://www.muweb.cz/www/ivanb). Jednoduché stránky autora.

Podrobný seznam odkazů k článku je umístěn na www stránkách autora [5]. Dotazy odpovím podle časových možností. Do předmětu uvádějte „amaro\_zv“. E-mail autora: [ivanb@fsmail.net](mailto:ivanb@fsmail.net).

---

**9,5 cm**  
**zbytek 15 cm**

---