



Simulátor EPROM

Jan Řehák

Abstrakt

Simulátor EPROM je přípravek, bez něhož prakticky nelze vyvíjet a odlaďovat téměř žádné zařízení, v němž je obsažen mikroprocesor řízený programem z externí paměti.



Jedna z možností vývoje a odlaďování softwaru v mikroprocesorových aplikacích je pomocí neustálého vyměňování programovatelného obvodu (EEPROM, FLASH EPROM nebo ZeroPower RAM) mezi patičí programátoru a patičí v odlaďovaném zařízení. Další možností je použití speciální vývojové desky, která kromě paměti SRAM obsahuje navíc ještě pevnou paměť s „monitorovacím“ programem, který zajišťuje download (natažení) programu z osobního počítače po některém z rozhraní (nejčastěji RS 232) a jeho uložení do paměti SRAM. Toto zdánlivě elegantní řešení však velmi citelně zmenšuje okruh použití, neboť zákaznický program nemůže díky přítomnosti kontrolního komunikačního rozhraní toto rozhraní plně používat, přistupovat k celému paměťovému prostoru kvůli užití paměti s „monitorovacím programem“. Naproti tomu má však systém práce s monitorem jednu výhodu. Kdykoli vám může zjistit obsah jakéhokoliv registru, adresy v paměti atd....

Užití simulátoru usnadňuje uživateli např. jakékoli opravy a úpravy softwaru v již hotovém zařízení. Není třeba provádět výměnu základní desky za odlaďovací desku, jak by tomu bylo při použití předešlé varianty, stačí vyjmout z patice EPROM s dosavadním programem, připojit SIMULÁTOR EPROM a a např. s použitím notebooku najít a analyzovat chybu. Potom stačí naprogramovat do EPROM novou verzi softwaru v programátoru EPROM, zasunout jí do patice a oprava je hotova.

Vývoj se simulátorem eprom se může z počátku zdát složitější a dražší, ale univerzalita a flexibilita tohoto zařízení z něj činí velmi dobrou investici.

1 Jak pracuje SIMULÁTOR EPROM a k čemu vlastně je ?

Jakékoli zařízení, řízené procesorem potřebuje program, který může být uložen v procesoru samotném, nebo ve vnější paměti programu. První variantou se budu podrobně zabývat později. Pokud bude program uložen v externí programové paměti, je nutné, aby byl tento obvod snadno vyměnitelný, z důvodu upgradů softwaru. Nejčastěji se používá paměť typu EPROM nebo Flash EPROM v patiči. SIMULÁTORu EPROM je zařízení, které pouze nasuneme do patice, a ono se chová stejně jako EPROM. Povedou z něj ale navíc vodiče do osobního počítače, z něhož je možno nahrát do této simulované paměti uživatelský program (samozřejmě ve formátu .BIN nebo .HEX, což odpovídá souboru, který by se za normálních okolností vypaloval do EPROM) a mikropočítač bude pracovat podle tohoto programu. Ke zvýšení pohodlí je výhodné, aby simulátor EPROM obsahoval i resetovací výstup, jímž je možné mikropočítač zresetovat po nahrání nové verze programu a ten se tím hned spustí.

Tento systém samozřejmě nemůže a ani nechce konkurovat simulátorům celého procesoru, které umožňují i simulovat interní paměť programu, zjišťovat v reálném čase obsahy jednotlivých registrů procesoru, časování, číst porty atd..... a to vše bez jakýchkoli omezení.

2 Funkce zapojení

Na paralelní port je připojen 8bitový klopný obvod typu D (34374), reagující na vzestupnou hranu a známá obousměrná vstupně/výstupní brána 8255. Vývod ovládací zápis do 74374 je připojen na jednoduchou negující zpětnou vazbu, která tvaruje impuls pro zápis do 74374 pomocí R2 a C1. Tato zpětná vazba tvoří spolu se zakončovacím odpory vedení ochranu proti nežádoucím přeslechům impulsů, které často vznikají v krouceném nestíněném kabelu. Zároveň funguje jako kontrola toho, že simulátor eprom je připojen na paralelním portu. Ovládací vývody 8255 (/RD, A0, A1) jsou připojeny na zbývající piny LPT. Výstupy 74374

slouží pro ovládání celého simulátoru EPROM. Zvláštní pozornost si zaslouží pouze výstup RESET, který resetuje po downloadu programu mikropočítač a výstup LED, který je využit jednak pro generování informace o stavu simulátoru, jednak jako případný zdroj hodinových impulzů.

Po inicializaci a detekci SIMULÁTORu EPROM na LPT se nastaví pin reset do aktivní úrovně, uvede oddělovače sběrnic do vysokého stavu, čímž odpojí SRAM v simulátoru od vnějších obvodů. Dále připraví prostřednictvím 8255 na jejích výstupních portech PB a PC adresu zapisovaných dat, uvede SRAM do zapisovacího režimu a zapíše do SRAM data z portu PA. Tímto algoritmem postupně naplní celou paměť SRAM simulovaným programem.

V závěrečné fázi uvede všechny tři brány obvodu 8255 do režimu čtení dat. Datové bity se díky tomu chovají, jako by byly ve stavu vysoké impedance. Připojením datových oddělovačů 74244 se paměť SRAM připojí k datům a adresám z aplikace, a okolní logika zajistí, že se tváří jako paměť EPROM.

Oddělovač datových vodičů je zároveň používán k uvedení do 3. stavu v případě odpojení simulované EPROM pomocí pinů na EPROM /CE a /OE. Po této operaci SIMULÁTOR EPROM obsahuje všechna potřebná data, je uvolněna resetovací úroveň a mikropočítač může spustit program.... Simulátor EPROM byl navržen z „klasických“ součástek, které jsou snadno dostupné i na např. starých 286-tkových motherboardech a každý je má doma v tzv. „šuplíkových zásobách“.

Vstup A15_IN je potřeba VŽDY mít spojen jumperem pokud nepoužíváte simulátor v 64 kb provozu. (Na úplně poslední verzi desky je ze strany spojů tenký spoj, zajišťující defaultní propojení těchto pinů, v případě opomenutí jumperu. Pro použití celých 64kB SRAM, je potom třeba tento spoj přerušit.)

Napájení aplikace zařízení nebyl zrovna banální problém. Aplikaci bylo nutno chránit proti přepětí a opačné polaritě za minimálního úbytku napětí. Toho dosahují pomocí pojistky a zenerovy diody. Samotný simulátor eprom spotřebovává zanedbatelný proud, ale díky topologii zapojení napájím většinou aplikaci s mikroprocesorem z simulátoru buď jenom přes EPROM (do odběru cca 100 mA) nebo ještě speciálním kablíkem. Napájecí konektor je vyveden pod patiči pro výstupní kabel.

3 Patice EPROM

Pokud ožívujete častěji různé mikropočítače, je nutno patici, která simuluje eprom často přendávat. V aplikaci používám propojení pomocí plochého kabelu a konektoru označovaného jako KK28025 v katalogu GM. Tyto samořezné konektory, které mechanicky odpovídají integrovanému obvodu v široké DIL 28, se však vyrábějí ve dvou verzích. Jedna je z černého plastu, vývody jsou ploché, pozlacené, druhá je šedivá, vývody jsou tenčí, patice má na plochem plastovém krytu číslování. Problém černé samořezné objímky je v tom, že její vývody, ač pozlacené není možno zastrčit do precizní patice.

Každý kdo někdy dělal zařízení, které mělo fungovat v trochu víc problematickém prostředí také ví, že běžné patice jsou značným zdrojem poruch a proto se v profi zařízeních používají výhradně precizní patice. Vzhledem k tomu doporučuji dát si tu práci a sehnat lepší samořeznou objímku v šedivém provedení. Ušetříte si tak potom mnoho problémů.

4 Postup pro oživení

Zařízení by mělo fungovat na první pokus. Žádné složité oživování není potřeba, pokud však simulátor nereaguje je několik možností.

1. Občas bývají od výroby zkratovány plošky umožňující přímé připojení konektoru CANNON na kabel, protože se dotýkají kraje plošného spoje, a tam jsou propojeny tenkým vodivým okrajem, skrytým pod maskou.
2. Nezapomněli jste osadit jumper na vstup A15 ????? - Jumper musí být osazen VŽDY pokud nevyžíváte celých 64 kB. Pokud tuto funkci nechcete využívat, doporučuji osadit rovnou drátovou propojku.

3. Program hlásí že simulátor není připojen : Chyba může nastat vlivem vašeho paralelního portu. Využili jsme sice při konstrukci simulátoru všech našich zkušeností (převážně otrěsných) s paralelním portem, ale přesto může existovat malé procento portů, na nichž nebude fungovat. Test, zda je simulátor připojen se provádí pouze negováním signálu na pinu /ERROR ze signálu /AutoFeed na LPT. K tomu je zapotřebí pouze invertoru (vytvořeného ze 7402) a napájecího napětí, z němž bývá nejvíce chyb. Pokud funguje napájení i invertor ale program stále nemůže nalézt simulátor, zkuste zkontrolovat spoje zda nemají proti vlasové zkratům vzniklé ve výrobě plošného spoje a při jeho cínování.
4. Program hlásí, že všechno je v pořádku, ale patice EPROM obsahuje pouze samá "FF". Pokud LED svítí jak má, (= po spuštění programu zhasne a po nahrání dat do paměti se opět rozsvítí) bude chyba buď v nedokonalé kabeláži, nebo v nastavovacích vodičích. Zkontrolujte proto podle schématu úrovně na ovládacích pinech. Speciálně vývody /CS, /OE, /WE 61256 a piny 1 jednotlivých 74244.

Další teoretické chyby nemá smysl popisovat, pokud nastanou nějaké další komplikace, doporučuji najít je pomocí krokování zdrojového kódu v PASCALu nebo C++ a oměřování úrovní logickou sondou.

5 Přípravované a podporované rozšíření

Do simulátoru je možno připojit 32 kB SRAM, pokud by však bylo potřeba, je možné využít pin NEXT_RAM a připojit další obvod SRAM 32 kB paralelně k předchozímu. Pouze vývod pro Chip Select druhé paměti spojíme s pinem NEXT_RAM. tím lze zdvojnásobit kapacitu simulované paměti. Poslední adresový vodič pro patici EPROM je potom k dispozici na pinu u odporu R4. Ten je třeba mít *VŽDY, POKUD NENÍ VYUŽÍVÁNO 64 kB, SPOJENÝ JUMPEREM!!!!* Hardware simulátoru počítá s tím, že ve spojení s *PLNĚ STATICKÝM PROCESOREM* bude možno krokovat instrukce a tím odlaďovat špatné HW zapojení testovaného mikrořadiče. Ve speciálním režimu se připojí pin LED na hodinový vstup procesoru a na PC se budou krokovat jednotlivé instrukce. Ovládací program na PC potom může obsahovat i disassembler pro jednotlivé procesory a vypisovat obsahy všech registrů, stavy sběrnic, případných standardních periférií atd..... Plně statickým procesorem se však nemyslí např 80C31 neboť ten vyžaduje jako nejmenší možný kmitočet přibližně 32 kHz. Jako jediné skutečně statické procesory mezi XX51 řadou se nám osvědčily pouze obvody firmy ATMEL 89C5x. *SIMULÁTOR EPROM* bude možno s malými úpravami využít také jako standardní SRAM, kterou bude možno číst z PC. Toto rozšíření však bude možno využít pouze ve spojení s rozšířeními paralelními porty standardu EPP nebo ECP z důvodu obousměrnosti datových vodičů.

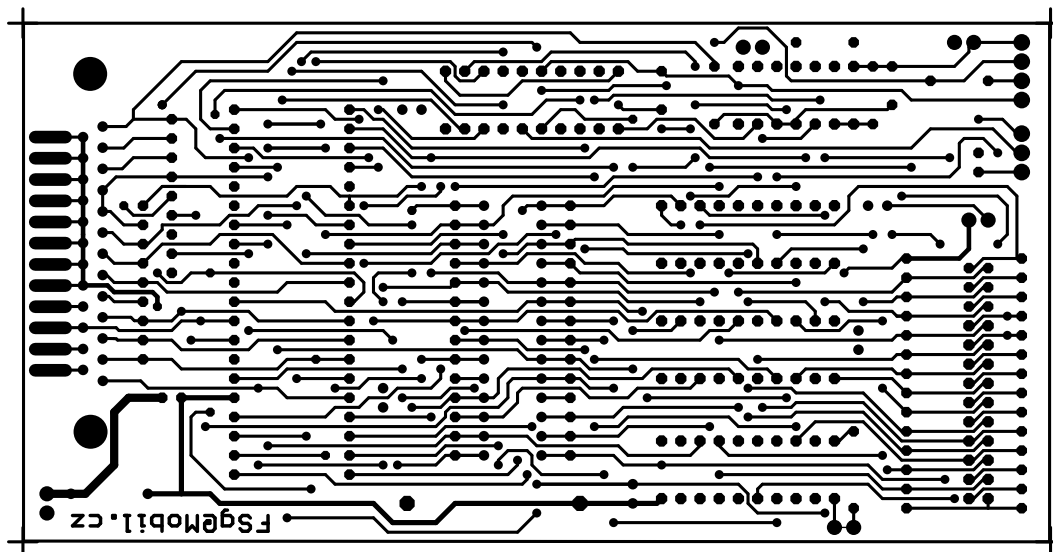
6 Zkušenosti a ochrana konstrukce

Startující Windows 95 posílají inicializační sekvenci na tiskárnu, která takto zapojený *SIMULÁTOR EPROM* zresetuje a uvede data ve SRAM do nedefinovatelného stavu.

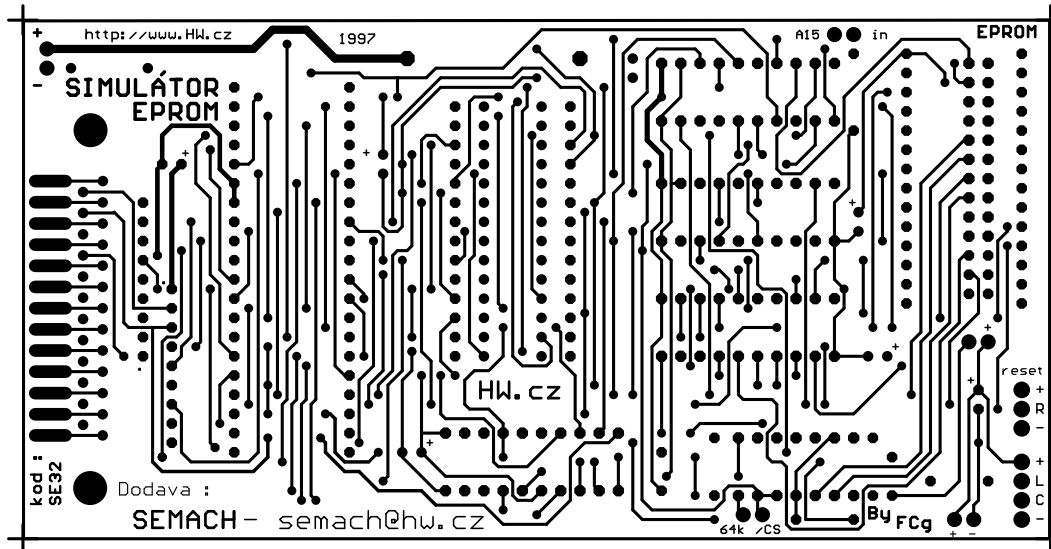
Konstrukce je cháněna pojistkou a diodou proti přepólování. Pokud použijete zenerovu diodu např. 6V8, chrání pojistka také proti přepětí. Ochrana však funguje pouze u vstupní svorky napájení, budete-li simulátor napájet z mikropočítače (což je naprosto běžný postup), ochrana nefunguje. Bylo by tedy výhodné zvyknout si buď napájet mikropočítač ze simulátoru a tím pádem i přes pojistku (konstrukce obsahuje jak podporu napájení jak přes datový kabel, tak další svorky pro připojení napájení mikropočítače) nebo věnovat zvýšenou pozornost napájecímu napětí. Z vlastní zkušenosti vím, kolik problémů může napájení způsobit. Velmi nebezpečnou chybou je také připojení PC a mikropočítače na dvě různé fáze. Velmi často se nemusí jednat ani o dvě fáze, bohužel stačí jedna fáze, ale připojení na koncích dvou různých větví. Již jsem díky své domácí architektuře (pracovní stůl je v jiném rohu místnosti než PC a tím i na jiné větvi téže fáze) zničil dva paralelní porty. Nejjistější je proto připojení na jednu zásuvku a nejlépe napájet odlaďovaný mikropočítač přímo na PC zdroji. Minimálně 0,5 až 2 A na 5 V lze bez nejmenšího problému odebrat. Navíc je jistěn proti zkratu. Při zkratu se zdroj odpojí a po asi 250 mS zkusí obnovit napětí. Odpojí-li zařízení nic se neděje. Několikrát se mi stalo, že mi dokonce ani nespady Windows 95 (Což svědčí o velkých kapacitách pro filtrování napájení na mém motherboardu).

Simulování EPROM v patici programátoru EPROM je také možné. Problémy však mohou nastat u velmi univerzálních programátorů, které mají programovatelný každý pin zvlášť. Na vnitřních obvodech mohou odpory, přes které může protékat proud, kterým je napájen simulátor EPROM. Pro podobné pokusy je tedy použit pojistku do cca 100 mA a pin 1 je nutné připojit přes diodu, stejně jako pin Vcc. (Toto doplnění lze snadno realizovat pomocí dvou patic s propojenými vývody a dvěma diodami.

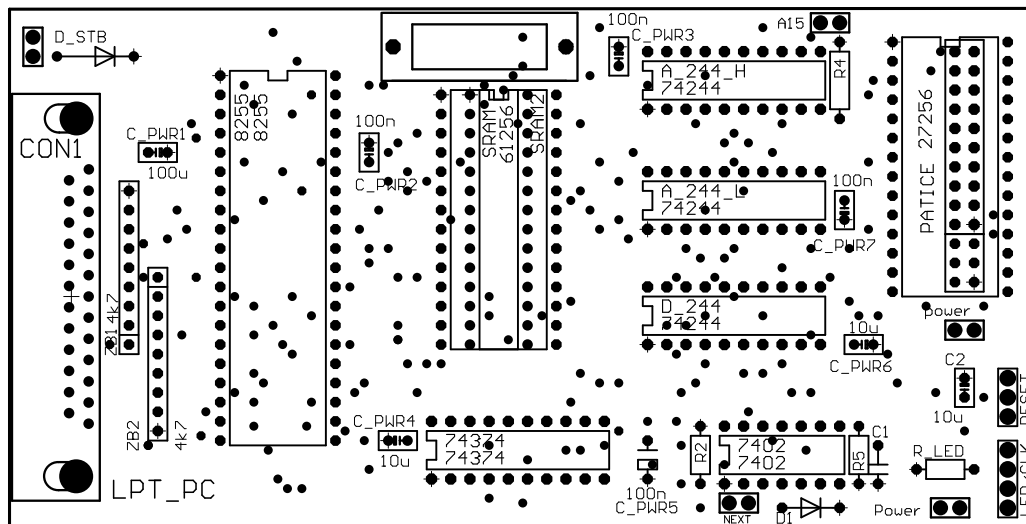
7 Plošný spoj



Obrázek 2: Strana spojů



Obrázek 3: Strana součástek



Obrázek 4: Osazovací plán

8 Seznam součástek

Part	Value	Package	Library
CON1	LPT_PC	CANN25	Konektor Cannon 25 – samec do plošného spoje
IC1	8255	DIL40	TTL 74XXX
IC2	74374	DIL20	TTL 74XXX
IC3	74244	DIL20	TTL 74XXX
IC4	74244	DIL20	TTL 74XXX
IC5	74244	DIL20	TTL 74XXX
IC6	7402	DIL14	TTL 74XXX
SRAM	61256	DIL28-CH	SRAM MEMORY (oboje provedení)
LED/CLK	CON04X1	CON04X1	Pájecí špička 4 x 1
NEXT_RAM	CON2	CON2	Pájecí špička 2 x 1
PATICE	27256	DIL28	Patice DIL 28 nebo Pájecí špičky 17 x 2
POWER	CON2	CON2	Pájecí špička 2 x 1
POWER1	CON2	CON2	Pájecí špička 2 x 1
RESET	RESET	CON03X1	Pájecí špička 3 x 1
A15_IN	CON2	CON2	Pájecí špička 2 x 1
			Celkem 15x1 + případně 17 x 2
R2	1k	R10	Odpor z E12
R3	4k7	R10	Odpor z E12
R4	1k	R7,5	Odpor z E12
R5	4k7	R7,5	Odpor z E12
R_LED	220	R7,5	Odpor z E12
ZB1	4k7	RZEBRIK	Odporový žebříček z E12
ZB2	4k7	RZEBRIK	Odporový žebříček z E12
C1	220p	C5	Kondenzátor z E12
C2	10 uF	E2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr1	100 uF	E2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr2	100 nF	C2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr3	100nF	C2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr4	10uF	E2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr5	100 nF	C5	Kondenzátor z E12
C_pwr6	10 uF	E2,5	Kondenzátor z E12
C_pwr7	100 nF	C2,5	Kondenzátor z E12
D1	D7,5	D7,5	Si Dioda např. KA 261
ZD1	6V8 nebo 5V6	D7,5	Zenerova dioda 6V8 nebo 5V6
LED	zelená 5 mm		Led dioda 5 mm
P_FUSE		KS20SW	Pojistkové pouzdro (označení z GM)
FUSE	1A	Skleněná	Pojistka
Patice DIL 28	Precizní		
2 x konektor na plochý kabel			Raději šedivou verzi - viz text
plochý kabel	28 žil	0,5 m	

Jako paměť lze použít CACHE z počítače. Podle mých zkušeností jsou obvody 61256 a 62256 téměř totožné. Liší se pouze spotřebou a rychlostí, ale ani jedním nejme v této konstrukci limitováni.

Na desce je připraven výstupní konektor pro EPROM jak v provedení druhé široké patice DIL-28, což je nečastější, tak pájecí špička 2 x 13 pro PFL. V případě použití pájecích špiček je však nutné krajní - napájecí vodiče připojit samostatným konektorem, protože PFL se nevyrábí pro 28 pinů.