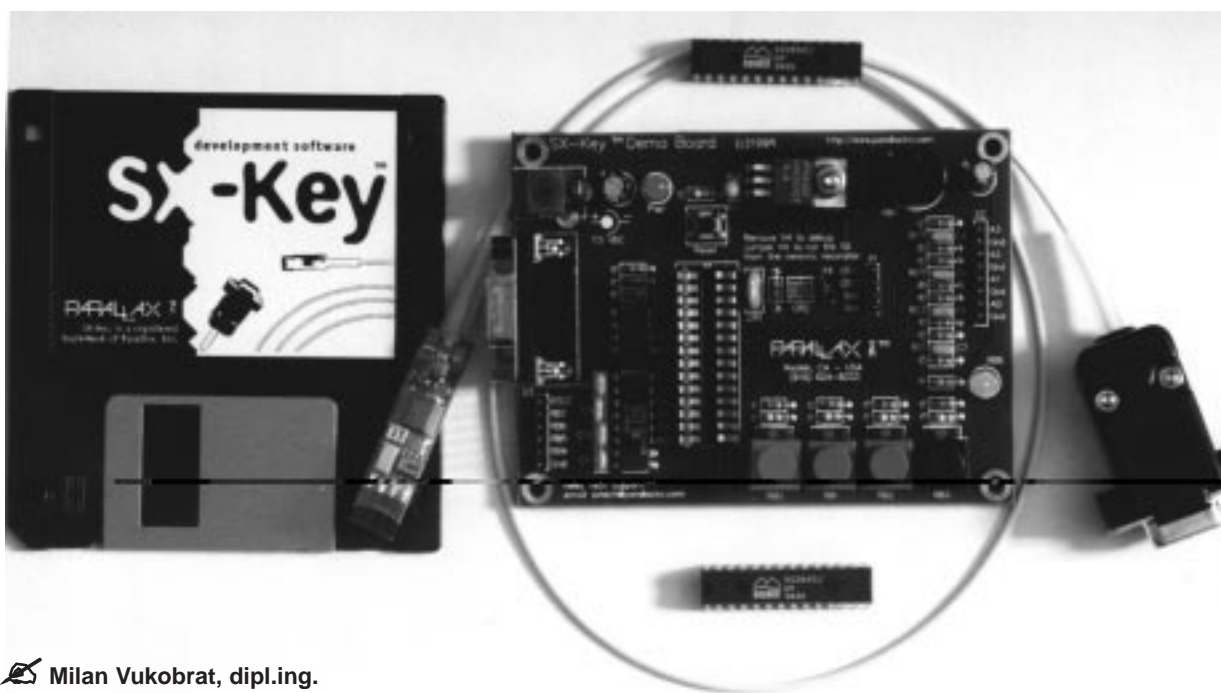


# SX-Key



 Milan Vukobrat, dipl.ing.

*Zamislite mikrokontroler koji ima ugrđenu podršku za In-Circuit emulaciju - možete ga do mile volje zaustavljati, izvršavati instrukcije korak po korak i posmatrati stanja registara na PC-ju, menjati sadržaj registara prostim klikom miša i nastavljati izvršavanje sa tim novim parametrima, postavljati Breakpoint-e ili Watchpoint-e i pratiti tok izvršavanja programa ... Ili da prosto pustite da izvršava jednu po jednu instrukciju šaljući stanja registara na ekran monitora, a vi samo kliknete na Stop i on strpljivo čeka ....*

*I sve se to dešava u radnom režimu, dok je mikrokontroler na ploči, u svom realnom okruženju ...*

*Ima još: Neka bude sa Flash memorijom, sa taktom 50MHz, ali da dobar deo instrukcija radi u jednom ciklusu, jer hoćemo 50 MIPS-a, neka sam snimi stanja bitnih registara pri interrupt-u i neka ih posle vrati, da ne moramo to da radimo programski ...*

*I još: Da bude kompatibilan sa nekim od već poznatih mikrokontrolera, recimo od Microchip-a, da ne moram opet da učim i arhitekturu i mnemonike, pa da se stare rutine i programe lepo presele u njega ... Ah, zaneo se, sanja, mislite ... Ne, pričam o SX mikrokontrolerima.*

## SX - Key

Ako je strpljivi čitalac pročitao uvodnik ovog članka, postalo mu je jasno zašto su SX mikrokontroleri firme Scenix dospeli na listu "100 Hot Products 1998" časopisa Electronic design (EDN).

Ključ njihovog uspeha bukvalno se i zove SX - Key, a delo je inženjera firme Parallax. Jednostavno, Scenix je napravio mikrokontroler sa podrškom za In-Circuit emulaciju, a Parallax softversku podršku koja omogućava programiranje / emulaciju / debugiranje kroz minijaturni sklop koji se zove SX - Key. SX - Key

ima prema kontroleru 4 priključka - 2 za napajanje (uzima ga sa kontrolerske ploče) i 2 za preuzimanje kontrole nad mikrokontrolerom (SX mikrokontroler se programira preko OSC pinova).

Nikakvi dodatni elementi za proces emulacije nisu potrebni. SX - Key daje svoj takt SX mikrokontroleru, zaustavlja ga, čita sadržaj njegovih registara, menja te iste sadržaje prema želji korisnika, vodi računa o Break point-ima ako su postavljeni, a korisnik kroz softver prati "uživo" šta se u mikrokontroleru dešava ... Kad je emulacija kod programera proizvela onaj neponovljivi osećaj sreće koji graniči sa oduševljenjem (jer je pomislio ono čuveno: "to je to"), dovoljno je odspojiti SX - Key i mikrokontrolerje prepušten sebi i svom okruženju ... jer se sve to radilo ne na protobordu ili nekom razvojnom sistemu, već na ploči gotovog uređaja koji je sada spreman za isporuku.

*U daljem tekstu biće opisan editor / emulator za ovaj razvojni sistem.*

**SX - Key Editor**

Editor je namenjen za unos sors koda i ima standardne opcije za njegovo uređenje:

- **File** za rad sa fajlovima: (New, Open, Save, Save As, Print, Exit )
- **Edit** (Undo, Cut, Copy, Paste, Select All, Find/Replace ...)
- **Run** (opisan dalje u tekstu)
- **Help** (Contents, About)

Editor se može besplatno preuzeti sa Parallax-ovog sajta

[www.parallaxinc.com](http://www.parallaxinc.com)

Aktuelna verzija je 1.02 (sa dodatnim poboljšanjima unutar opcije Debug).

Na istom sajtu nalazi se i kompletan priručnik za rad sa SX - Key razvojnim sistemom u .pdf formatu (oko 2MB), kao i niz dodatnih informacija.

**Run meni**

U sklopu Run naredbe nalaze se opcije za emulaciju (slika 2):

**Run:** asembliira izvorni (sors) kôd i programira SX mikrokontroler

**Debug:** asembliira izvorni (sors) kôd, programira SX mikrokontroler i inicira Debug mod

**Assemble:**asembira izvorni kôd

**Listing:** generiše listing

**Device:** otvara Device dialog box za modifikaciju parametara mikrokontrolera

Run	Help
Assemble	Ctrl+A
Program	Ctrl+P
Run	Ctrl+R
Debug	Ctrl+D
Debug (reenter)	Ctrl+Alt+D
Clock...	Ctrl+K
Device...	Ctrl+I
Configure...	Ctrl+G

Slika 2.

**Configure:**otvara dijalog box za konfiguraciju parametara kod programiranja

```

SX Key - sxdemo.SRC
File Edit Run Help
;
;
; Device
;
device pins28,pages1,banks8,oschs
device turbo,stackx,optionx
id 'SX Demo'
reset reset_entry
freq 50_000_000
;
;
; Equates
;
rx_pin = ra.2
tx_pin = ra.3
led_pin = rb.6
spkr_pin = rb.7
pwm0_pin = rc.0
pwm1_pin = rc.2
adc0_out_pin = rc.4
adc0_in_pin = rc.5
adc1_out_pin = rc.6

```

Slika 1.

**Debug mode**

Debug mod (Registers) prikazuje status SX mikrokontrolera (memorijsku mapu i kôd koji treba da se izvrši) i predstavlja interaktivni kontrolni panel za emulaciju i debugiranje (Slika 4).

Na slici 4 levo su registri posebne namene (prikazani i kao heksadecimalni i binarno) sa nazivom svakog registra sa strane (i posebno označenim bitima u Status registru).

Ovi registri imaju adrese od \$00 do \$07. Ispod njih su registri opšte namene sa adresama \$08 do \$0F. Cela ta grupa od 16 registara (\$00 do \$0F) jedinstvena je za ceo memorijski prostor (mapirana kroz sve memorijske banke).

U sredini je prikazan kôd koji se izvršava, a desno je prikazan RAM (registri opšte namene kod SX mikrokontrolera su grupisani po 16 (adrese \$10 do \$1F) i podeljeni po memorijskim bankama (od Bank0 do Bank7), pa im se tako i pristupa.

Trenutno selektovana banka je svetlija u odnosu na ostale, a aktivna površina se automatski širi (na osnovu odabranog mikrokontrolera) tako da uvek prikazuje sve raspoložive lokacije RAM-a. Na taj način se uvek vidi celokupni memorijski prostor.

Stanja registara ili vrednosti pojedinih bita lako se menjaju u toku emulacije pomoću miša (klik na bit menja njegovo stanje u suprotnu vrednost).

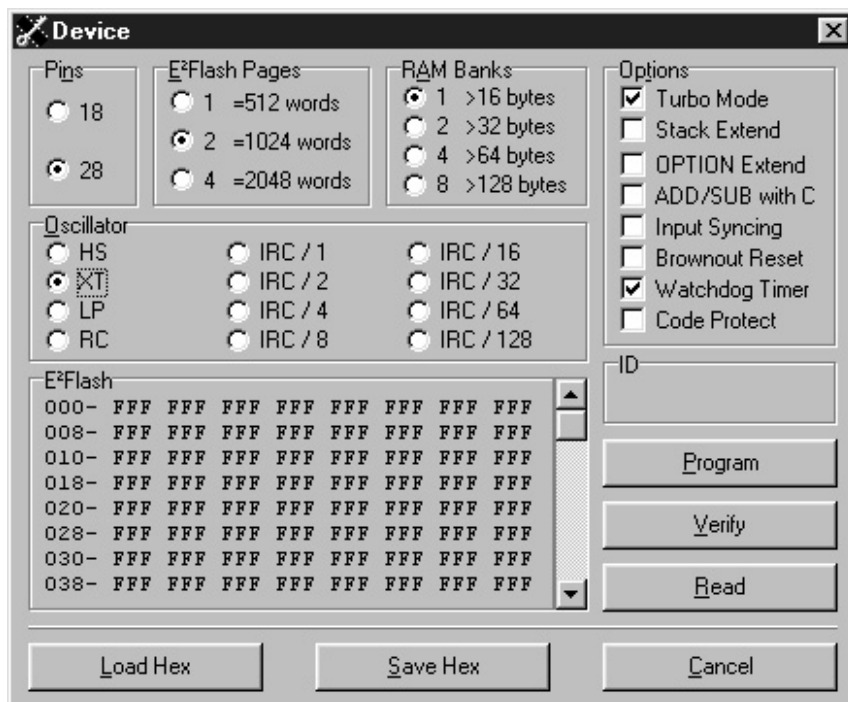
Debug naredbe grupisane su u poseban panel (Slika 3).

- **Hop** Izvršava jednu instrukciju sors kôda (može se sastojati od više mašinskih instrukcija) i osvežava stanja registara
- **Jog** Izvršava jednu po jednu instrukciju sors kôda automatski osvežavajući stanja registara do pojave Breakpoint-a ili dok se ne klikne na dugme Stop
- **Step** Izvršava jednu mašinsku instrukciju i osvežava stanja registara

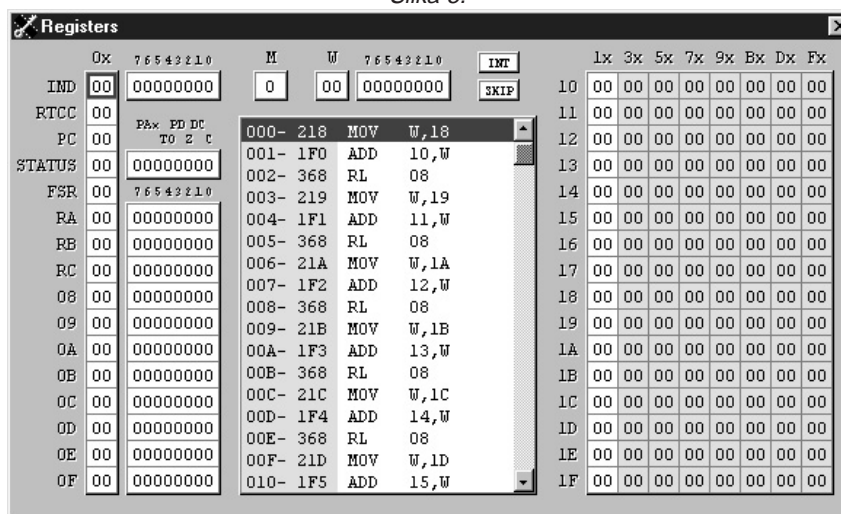


Slika 3.

- **Walk** Izvršava jednu mašinsku instrukciju za drugom automatski osvežavajući stanja registara do pojave Breakpoint-a ili dok se ne klikne na dugme Stop
- **Run** Inicira izvršavanje programa u punoj brzini - zaustavlja se ili kod breakpoint-a ili ako se klikne na Poll ili Stop
- **Poll** Radi u dva moda: ako je postavljen breakpoint, startuje



Slika 5.



Slika 4.

- izvršavanje koda u punoj brzini, zaustavljajući se tek toliko da osveži stanja registara na displeju i nastavlja sa radom - ako nema breakpoint-a, služi za trenutno osvežavanje stanja registara za vreme izvršavanja programa
- **Stop** Zaustavlja izvršavanje koda započeto naredbama Jog, Walk, Run ili Poll i osvežava stanja registara na displeju
- **Reset** Vraća SX mikrokontroler u inicijalno stanje i postavlja programski brojač (PC) na lokaciju reset vektora

- **Registers,**
- **Code,**
- **Watch** Otvaraju odgovarajući prikaz
- **Quit** Zatvara Debug mod i vraća kontrolu editoru

**Device window**

Ovde se biraju parametri kontrolera koji se koristi, programira se, verifikuje ili čita sadržaj kontrolera. Poznavajući PIC serije od Microchip-a lako će prepoznati način označavanja tipa oscilatora i slično. Pod opcijom Fuses nalazi se deo koji je specifičan za SX kontrolere (Turbo mod,

ne deli takt sa 4, nego instrukcije izvršava u jednom prolazu, Stack Extend - radi kompatibilnosti sa PIC16C5x može se koristiti samo 2 nivoa ili svih 8 koliko inače ima i sl. ).

**Vitrual Peripheral**

Čitaocu neće promaći da je struktura SX mikrokontrolera siromašna hardverskim dodacima: nema SPI, I2C, UART i sličnih stvari ... Dizajneri kontrolera okrenuli su se drugom rešenju - napisali su softverske module za ove i mnoge druge funkcije i nazvali ih Virtual Peripherals.

Korisnik ove softverske module koristi ili kao interrupt rutine, ili kao podprograme (opširniji opis videti pod [vp\\_paper.pdf](#) na [www.scenix.com](#)). Tamo se mogu preuzeti i razni VP moduli (mnogi novi se već pišu) i mogu se pogledati njihove primene.

Ideja sa VP je veoma dobra: snižena je cena proizvodnje samog mikrokontrolera (nema hardverskih dodataka), a sa druge strane, ceo problem je zahvaljujući ogromnoj snazi procesora prebačen na teren softwer-a, pa ako vam modul treba, sami ga i ugradite (koliko puta vam je u projekat "otišao" kontroler sa A/D konvertorom, SPI, UART i sl., a ništa od toga nije bilo potrebno!).

Prema najavama iz SCENIX-a, nova serija njihovih kontrolera SX18/28AC100 radi na 100MHz (instrukcijski ciklus 10ns, a svi interrupt-i se servisiraju za samo 30ns!). Uz pomoć VP modula ovi kontroleri uspešno obavljaju funkcije DSP srednje klase (za one koji se bave



mljvijih VP modula.

**Karakteristike SX Mikrokontrolera**

Navešćemo samo neke od karakteristika SX mikrokontrolera :

- Izvršavanje instrukcija u jednom ciklusu (20ns pri 50MHz - Turbo mod)
- Internal RC, External RC, resonator ili oscilator sa kristalom
- 2048x12 EE/Flash programske memorije (10 000 ciklusa r/w)
- 137 bajta RAMa

- Hardverski stek 8 nivoa
- Fiksno vreme odziva na interrupt: 60ns na interni, 100ns eksterni
- Multi Input Wake Up (MIWU), objašnjeno u tekstu ispod
- In - system - programming (OSC

- pinovi)
- Ugrađen analogni komparator
- Brown - out detector (4,2V)

Posebna zanimljivost je da su izlazi na Portu A izvedeni kao komplementarni (u stilu push-pull kod audio pojačavača), čime je postignuta bolja pobuda pojedinih vrsta potrošača (zvučnik, ultrazvučni davači i sl.).

Svi portovi imaju i mogućnost softverske konfiguracije da budu CMOS ili TTL kompatibilni, a Port B i Port C mogu se konfigurisati da budu Schmitt Triger ulazi. Postoji i interni Pull - Up koji se aktivira softverski.

Port B ima mogućnost generisanja interrupt-a na bilo kom pinu (Multi Input Wake Up - MIWU).

I/O pinovi mogu se opteretiti do 30mA. Nivo kompatibilnosti SX mikrokontrolera sa Microchip-ovom serijom PIC16C5x:

- Imaju isti raspored izvoda kao odgovarajući kontroleri Microchip-a serije
- Mogu se programirati na isti način

Funkcija	EEPROM reč i
DC-100kHz generator frekvencije	30
DC-100kHz merenje frekvencije	40
I2C Master	50
I2C Slave	80
Keypad Scanner	70
LCD Modul	120
19.2kbit/sec serial UART	60
Centronics Paralel port	30
500 kHz SPI/Microwire	50
Dallas serial port	130
DTMF I/O	120
Caller ID	180
300/1200 baud modem	280
PID loop	160

**Tabela 1.**

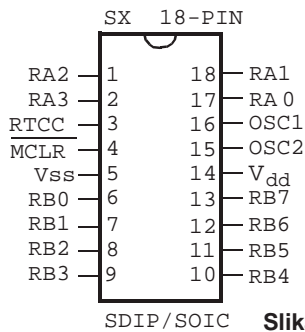
digitalnim filtrima - funkcija FIR digitalnog filtra četvrtog reda uz pomoć softverskog VP modula izvršava se za manje od 10ms), ili menjaju FPGA i PLD. U tabeli 1 imate kratak spisak najzani-

(preko istih pinova), iako se preporučuje da se koristi originalni metod preko OSC pinova

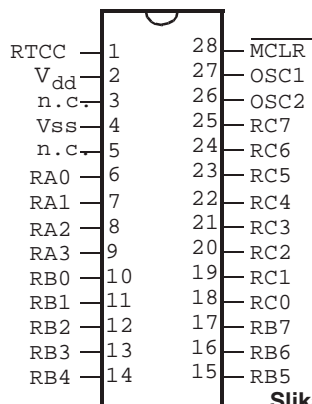
- RAM registri i memorijske banke su identični, kao i programska memorija
- Objektni kod razvijen za 16C5x programira se u SX bez izmena
- Instrukcije se, u kompatibilnom modu, izvršavaju istom brzinom

### Razvojni alati

Uz SX - Key kod Parallax-a može se preuzeti i njihov SX - Key Assembler - preporučljivo ne samo zbog toga što je



Slika 6.



Slika 7.

prilagođen SX mikrokontrolerima, već i zbog efikasnosti, rada sa makroima i sl. Posebna vrednost ovog assemblera za pojedine buduće korisnike je što setom instrukcija prati sintaksu assemblera koji su pisani za 80C31 seriju mikrokontrolera, pa se programeri bez mnogo muke mogu "prebaciti" na ovaj razvojni sistem. Za Sx već postoji i odgovarajući BASIC (videti prikaz BASIC STAMP II<sub>SX</sub> iz prošlog broja), a firma Byte Craft Ltd. ima i C kompajler i assembler za SX. Parallax proizvodi i SX Demo Board, gde se mogu isprobati primeri programa, rad VP modula ili testirati vlastite rutine ■

# Daje se na znanje...



mikroElektronika  
izdaje svoju prvu

# KNJIGU!

**Knjiga se štampa u ograničenom tiražu! Da bi ste obezbedili svoj primerak pošaljite karticu iz časopisa sa svojim podacima ili popunite upitnik na našoj internet p r e z e n t a c i j i . Time pomažete nama da pravilnije procenimo tiraž a, samim tim i ubrzamo izdavanje sledeće knjige. Svi oni koji obezbede svoj primerak na vreme imaju popust od 20%. O datumu izlaska i sadržaju obavestite se preko naše internet**