Fuse bits (فیوزبیتها) :

فیوزبیتها قسمتی از حافظه فلش هستند که برای برخی تنظیمات سخت افزاری و نرم افزاری به کار می روند.این فیوزبیتها با پاک شدن میکرو از بین نمیروند ومی توانند بوسیله بیتهای قفل مربوطه قفل شوند.

به علت فراگیر بودن استفاده مگا 16 ما در اینجا به بررسی فیوزبیتهای این میکرو می پردازیم:
این میکرو دارای دو بایت فیوزبیت می باشد که طبق جدول زیر توصیف می شوند:
بایت پر ارزش فیوزبیتهای میکرو:

Fuse High Byte

Fuse High Byte	Bit No.	Description	Default Value
OCDEN	7	Enable OCD	1 (unprogrammed, OCD disabled)
JTAGEN	6	Enable JTAG	0 (programmed, JTAG enabled)
SPIEN	5	Enable SPI Serial Program and Data Downloading	0 (programmed, SPI prog. enabled)
CKOPT	4	Oscillator options	1 (unprogrammed)
EESAVE	3	EEPROM memory is preserved through the Chip Erase	1 (unprogrammed, EEPROM not preserved)
BOOTSZ1	2	Select Boot Size (see Table 100 for details)	0 (programmed)(3)
BOOTSZ0	1	Select Boot Size (see Table 100 for details)	0 (programmed)(3)
BOOTRST	0	Select reset vector	1 (unprogrammed)

بایت کم ارزش فیوزبیت های میکرو:

Fuse Low Byte

Fuse Low Byte	Bit No.	Description	Default Value
BODLEVEL	7	Brown out detector trigger level	1 (unprogrammed)
BODEN	6	Brown out detector enable	1 (unprogrammed, BOD disabled)
SUT1	5	Select start-up time	1 (unprogrammed)(1)
SUT0	4	Select start-up time	0 (programmed)(1)
CKSEL3	3	Select Clock source	0 (programmed)(2)
CKSEL2	2	Select Clock source	0 (programmed)(2)
CKSEL1	1	Select Clock source	0 (programmed)(2)
CKSEL0	0	Select Clock source	1 (unprogrammed)(2)

1) OCDEN : برنامه ریزی این فیور بیت به همراه فیوز بیت jtagen به قسمت های مختلف میکرو این امکان را میدهد که در مد sleep کار کنند که این خود سبب افزایش مصرف انرژی میشود.(برای عیب یابی داخل مداری (on chip debug) استفاده میشود.) و در حالت پیش فرض برنامه ریزی نشده است.

2) JTAGEN : این فیوزبیت به میکرو امکان برنامه ریزی (پروگرام کردن) را از طریق ارتباط jtag (join test access group) میدهد.در صورت برنامه ریزی این فیوزبیت دیگر قادر به استفاده از پورتی که بیتهای jtag روی آن میباشد نیستیم (پایه های پورت دیگر

به عنوان I/O معمولی به کار گرفته نمیشوند مثلا پورت c در مگا 16). یکی از مزیتهای استفاده از این رابط میتوان به اشکال زدایی تمام قسمتهای داخلی آیسی از قبیل حافظه های flash و eeprom و Ramهای داخلی وخارجی اشاره کرد.در حالت پیش فرض این فیوزبیت فعال میباشد.

3) SPIEN : برای برنامه ریزی میکرو در حالت سریال SPI بکار گرفته میشود و در حالت پیش فرض فعال میباشد و در صورت پاک کردن این فیوزبیت دیگر نمیتوان میکرو را از طریق ارتباط سریال برنامه ریزی کرد.

4) CKOPT : دستورالعمل این فیوز بیت بستگی به تنظیمات فیوزبیت Cksel دارد.در حالت اسیلاتور کریستال خارجی برنامه ریزی این فیوزبیت سبب میشود که در محیط نویزی رنج وسیعی از فرکانسها را شامل شود و برنامه ریزی نکردن این فیوزبیت باعث کاهش مصرف و در نتیجه رنج محدودی از فرکانسها را شامل میشود. در حالت اسیلاتور کریستالی فرکانس پایین و نیز در حالت اسیلاتور RC خارجی با برنامه ریزی این فیوزبیت میتوان خازنهای داخلی را فعال نمود و خازن های خارجی را برداشت. مقدار نامی خازنهای داخلی از طرف شرکت سازنده 36pf اعلام شده است. در حالت پیش فرض این فیوزبیت برنامه ریزی نسده است.

5) EESAVE : در حالت پیش فرض برنامه ریزی نشده است و در صورت فعال شدن در زمان پاک شدن (erase) حافظه فلش میکرو محتویات حافظه EEPROM محفوظ می ماند.

6) BOOTSZ 0..1 : این دو فیوزبیت برای گزینش میزان حافظه BOOT (حافظه پشتیبان) و مکان شروع این حافظه طبق جدول زیر برنامه ریزی میشوند:

Boot Size Configuration

BOOTSZ1	BOOTSZ0	Boot Size	Pages	Application Flash Section	Boot Loader Flash Section	End Application Section	Boot Reset Address (Start Boot Loader Section)
1	1	128 words	4	0x000 - 0xF7F	0xF80 - 0xFFF	0xF7F	0xF80
1	0	256 words	8	0x000 - 0xEFF	0xF00 - 0xFFF	0xEFF	0xF00
0	1	512 words	16	0x000 - 0xDFF	0xE00 - 0xFFF	0xDFF	0xE00
0	0	1024 words	32	0x000 - 0xBFF	0xC00 - 0xFFF	0xBFF	0xC00

که در حالت پیش فرض هر دو برنامه ریزی شده اند.

7) BOOTRST : این فیوزبیت آدرس بردار ریست را تغییر می دهد و در حالت پیش فرض برنامه ریزی نشده است که در این حالت بعد از ریست شدن میکرو برنامه از محل 0000 حافظه شروع به اجرا میشود اما اگر این فیوزبیت فعال شود بعد از ریست شدن میکرو برنامه از آدرسی که بوسیله این فیوزبیت تعیین شده آغار می یابد.در واقع این فیوزبیت آدرس بردار ریست را به ابتدای حافظه BOOT که در فیوزبیت قبلی اشاره شد منتقل میکند.

8) BODEN : این فیوزبیت برای فعال کردن عملکرد مدار Brown-Out میکرو است.عملکرد این مدار به سطح ولتاژ منبع تغذیه (پایه vcc) را با یک ولتاژ مجع مقایسه میکند و در صورتیکه vcc از ولتاژ مرجع بیشتر باشد سیستم ریست می شود. در حالت عادی این فیوزبیت برنامه ریزی نشده است.

9) BOODLEVEL : اگر این فیوزبیت برنامه ریزی شود اگر ولتاژ vcc از 4 ولت کمتر شود میکرو ریست می شود ولی در حالت غیرفعال (پیش فرض) اگر ولتاژ پایه vcc از 2.7 ولت پایین تر رود میکرو ریست می شود به عبارت دیگر برای تعیین سطح مدار Brown-Out به کار می رود.برای استفاده از این فیوزبت باید فیوزبیت BODEN فعال باشد.

10) SUT 0..1 : این دو فیوزبیت برای انتخاب زمان START-UP استفاده میشوند. هنگامی که میکرو ریسم میشود چند میلی ثانیه طول می کشد تا نوسانات کریستال به حد پایداری برسد و بعد از این پایداری میکرو شروع به اجرای برنامه میکند که به این مدت زمان که طول میکشد تل نوسانات به سطح پایداری برسد زمان START-UP می گویند که در جدول زیر این زمان برای شرایط مختلف ذکر شده است:(در حالت پیش فرض به صورت 01 می باشد.)

Start-up Times for the Crystal Oscillator Clock Selection

CKSEL0	SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V_{CC} = 5.0V)	Recommended Usage
0	00	258 CK(1)	4.1 ms	Ceramic resonator, fast rising power
0	01	258 CK(1)	65 ms	Ceramic resonator, slowly rising power
0	10	1K CK(2)	–	Ceramic resonator, BOD enabled
0	11	1K CK(2)	4.1 ms	Ceramic resonator, fast rising power
1	00	1K CK(2)	65 ms	Ceramic resonator, slowly rising power
1	01	16K CK	–	Crystal Oscillator, BOD enabled
1	10	16K CK	4.1 ms	Crystal Oscillator, fast rising power
1	11	16K CK	65 ms	Crystal Oscillator, slowly rising power

Start-up Times for the Internal Calibrated RC Oscillator Clock Selection

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V_{CC} = 5.0V)	Recommended Usage
00	6 CK	–	BOD enabled
01	6 CK	4.1 ms	Fast rising power
10[1]	6 CK	65 ms	Slowly rising power
11	Reserved		

Note: 1. The device is shipped with this option selected.

Start-up Times for the External RC Oscillator Clock Selection

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V_{CC} = 5.0V)	Recommended Usage
00	18 CK	–	BOD enabled
01	18 CK	4.1 ms	Fast rising power
10	18 CK	65 ms	Slowly rising power
11	6 CK[1]	4.1 ms	Fast rising power or BOD enabled

Start-up Times for the Low-frequency Crystal Oscillator Clock Selection

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V_{CC} = 5.0V)	Recommended Usage
00	1K CK[1]	4.1 ms	Fast rising power or BOD enabled
01	1K CK[1]	65 ms	Slowly rising power
10	32K CK	65 ms	Stable frequency at start-up
11	Reserved		

Start-up Times for the External Clock Selection

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V_{CC} = 5.0V)	Recommended Usage
00	6 CK	–	BOD enabled
01	6 CK	4.1 ms	Fast rising power
10	6 CK	65 ms	Slowly rising power
11	Reserved		

11) CKSEL3…CKSEL3 : این 4 فیوزبیت منبع کلاک سیستم را تعیین می کنند که از پر کاربردترین فیوزبیت ها می باشد.
میکروها برای راه اندازی و تنظیم عملکردشون به یه نوسان ساز نیاز دارند که این نوسان ساز میتونه کریستال ، یا نوسان ساز داخلی یا کلاک خروجیه یه دستگاه دیگه باشه
کریستال : یه قطعه دو پایه هست که به پایه xtal 1 , xtal2 کمیکرو میخوره و کارش نوسان سازی هست ، در حالت عادی میکرو از نوسان ساز داخلی خودش که یه نوسان ساز rc هست و روی 1 مگا هرتز تنظیم شده استفاده میکنه که شما میتونی با تغییر فیوز بیت ها از کریستال خارجی استفاده کنید
RTC : یه ساعت مجزا هست که به دیگر عمل کرد های میکرو کاری نداره و زمان رو به طور دقیق میشماره ، در این حالت کریستالی جدا از کریستال میکرو به دو پایه , tosc1 tosc2متصل میشه ، فرکانس کریستال 32.768 کیلو هرتز هست.
کلاک خارجی : اگر میکرو کلاک را از یه سیستم دیگه مثل کامپیوتر یا میکرویه دیگر یا سیگنال ژنراتور یا...بگیرد باید فیوزبیتها رو در این حالت نیز تغییر داد.
در حالت عادی وقتی تراشه نو داریم فیوزبیت های میکرو بر روی 1MHZ از نوسانگر RC داخلی خود تنظیم شده است که طبق جداول زیر میتوان آنها را تغییر داد:

Device Clocking Options Select[1]

Device Clocking Option	CKSEL3..0
External Crystal/Ceramic Resonator	1111 - 1010
External Low-frequency Crystal	1001
External RC Oscillator	1000 - 0101
Calibrated Internal RC Oscillator	0100 - 0001
External Clock	0000

Note: 1. For all fuses “1” means unprogrammed while “0” means programmed.

Crystal Oscillator Operating Modes

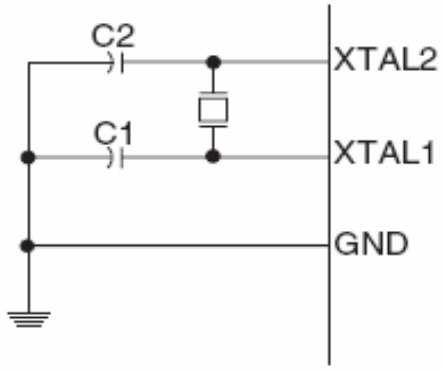
CKOPT	CKSEL3..1	Frequency Range (MHz)	Recommended Range for Capacitors C1 and C2 for Use with Crystals (pF)
1	101[1]	0.4 - 0.9	–
1	110	0.9 - 3.0	12 - 22
1	111	3.0 - 8.0	12 - 22
0	101, 110, 111	1.0 ≤	12 - 22

Note: 1. This option should not be used with crystals, only with ceramic resonators.

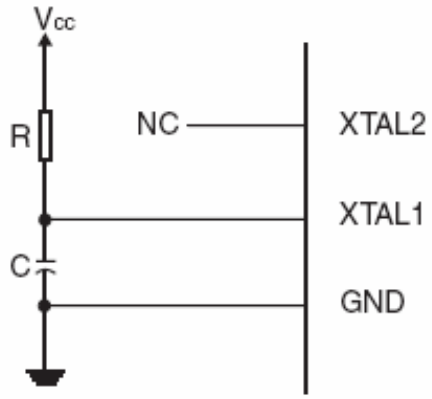
External RC Oscillator Operating Modes

CKSEL3..0	Frequency Range (MHz)
0101	0.1 - 0.9
0110	0.9 - 3.0
0111	3.0 - 8.0
1000	8.0 - 12.0

Crystal Oscillator Connections



External RC Configuration



نکات:

1-در حالت راه اندازی میکرو با کلاک خارجی
این کلاک باید دارای ثبات باشد و طبق دیتاشیت میکرو اگر بیشتر از 2% تغییرات در فرکانس باشد میکرو رفتارهای غیر قابل انتظار از خود نشان می دهد.

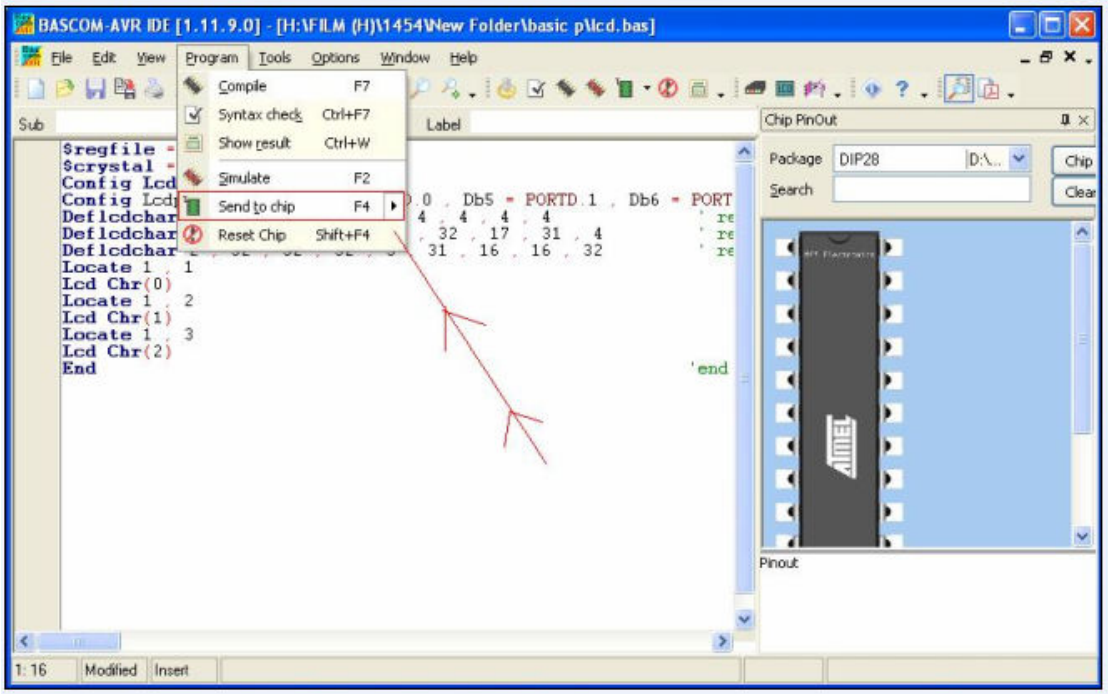
2-برای میکرومگا 16 که دارای پایه های tocs1,tocs2 هست کریستال ساعت مساتیما بین دو پایه قرار می گیرد وتایمر/کانتر 0یا 2 به صورت آسنکرون (asynchrony) از این دو پایه کلاک دریافت میکند.

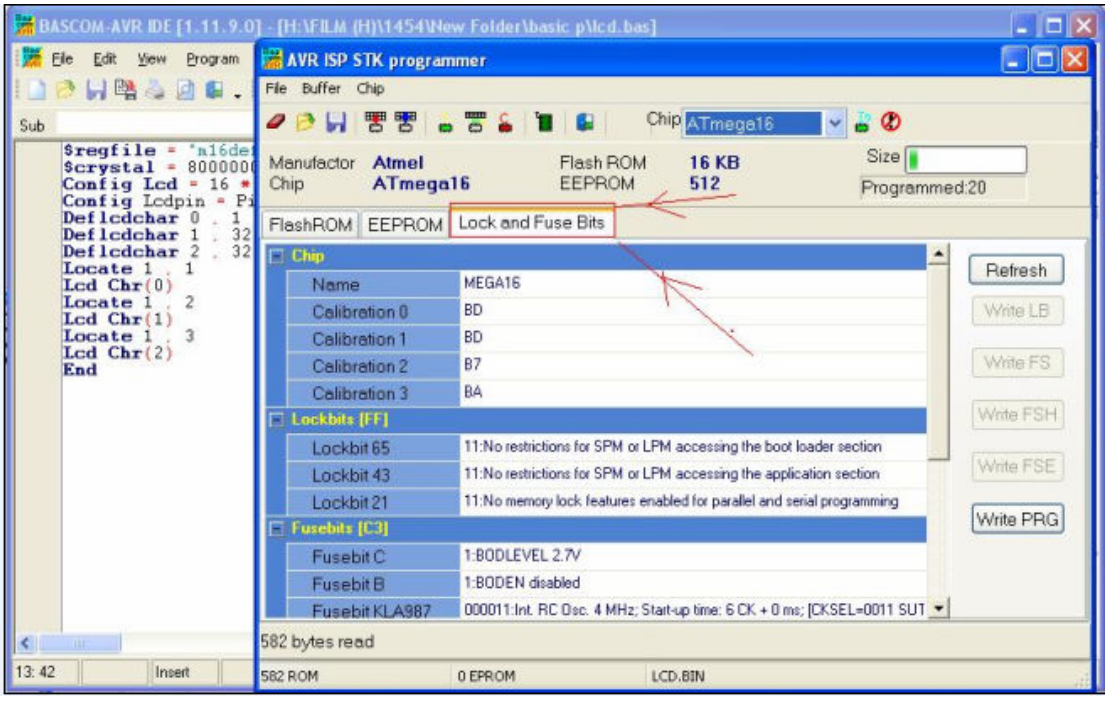
3-در فیوزبیتها 0 به معنی برنامه ریزی شدن و 1 به معنی برنامه ریزی نشده است.

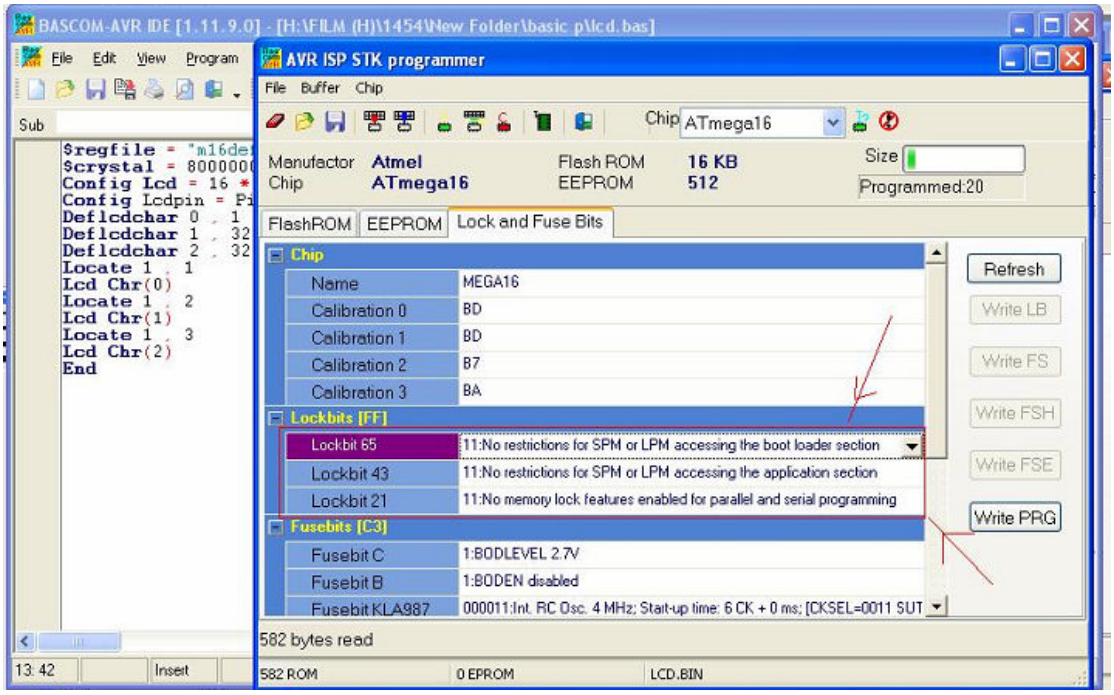
4-در صورتی که فیوزبیت مربوط به یکی از نوسان سازها برنامه ریزی شود میکرو فقط با آن نوسان ساز راه اندازی میشود مثلا اگر برای کریستال خارجی برنامه ریزی شود فقط با آن کلاک راه اندازی (حتی پروگرام) میشود و با قطع شدن کلاک میکرو خاموش میشود.

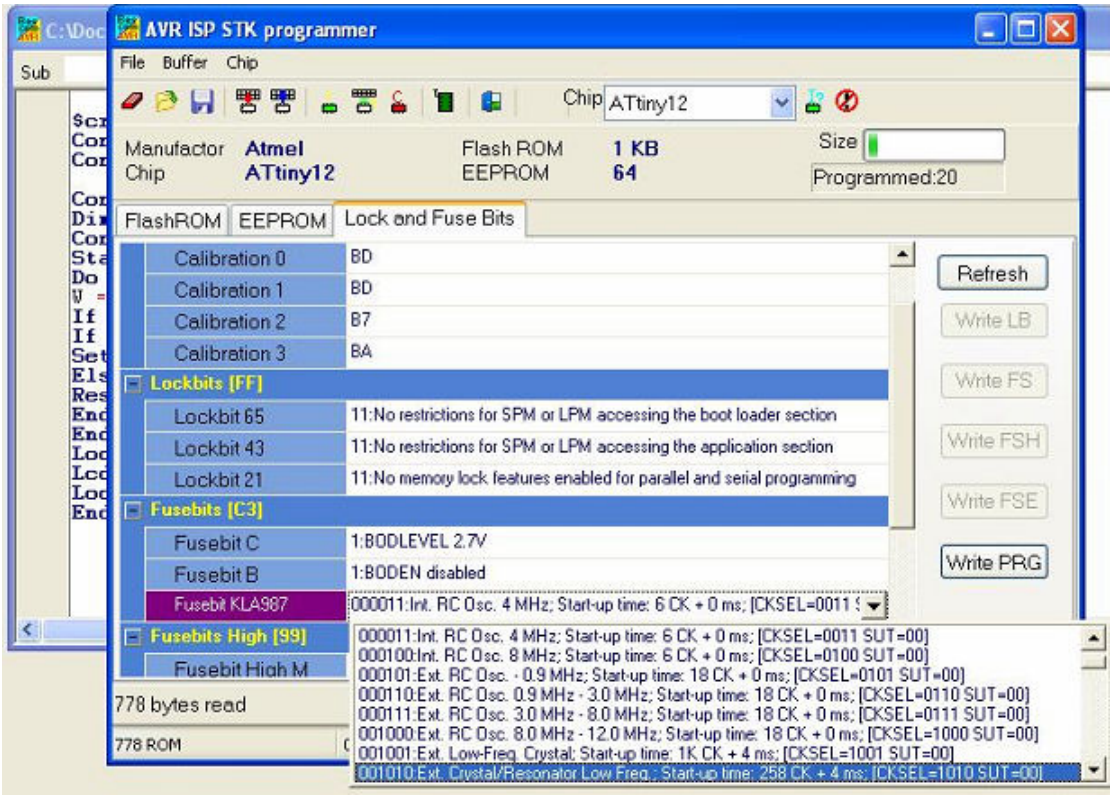
5-موقعی که از کریستال خارجی استفاده می کنید نمی توانید از پایه های portb.6 وportb.7 به عنوان I/O استفاده کنید.

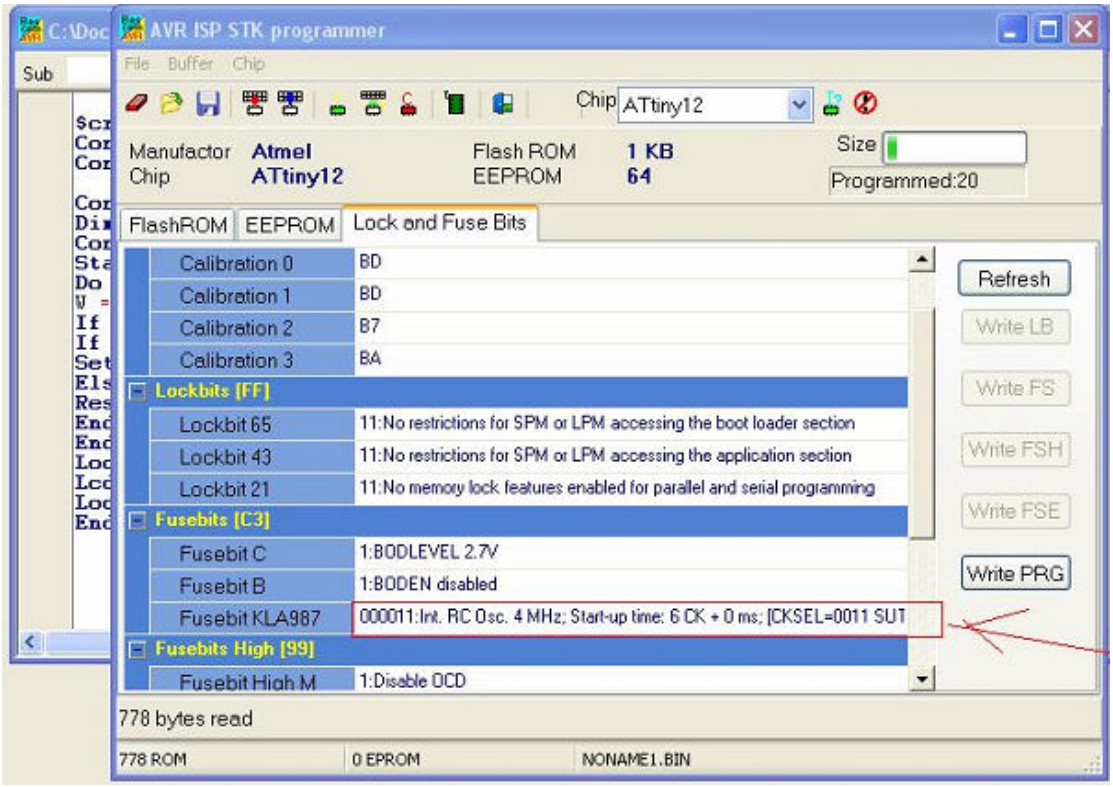
در زیر عکسهایی از پروگرام را در محیط bascom را می بینید :


BASCOM-AVR IDE [1.11.9.0] - [H:\FILM (H)\1454\New Folder\basic p\lcd.bas]
File Edit View Program Tools Options Window Help
Compile F7
Syntax check Ctrl+F7
Show result Ctrl+W
Simulate F2
Send to chip F4
Reset Chip Shift+F4
Chip PinOut
Package DIP28
Search
Pinout
1: 16 Modified Insert


BASCOM-AVR IDE [1.11.9.0] - [H:\FILM (H)\1454\New Folder\basic p\lcd.bas]
AVR ISP STK programmer
File Buffer Chip
Chip ATmega16
Manufactor Atmel
Chip ATmega16
Flash ROM 16 KB
EEPROM 512
Size
Programmed:20
FlashROM EEPROM Lock and Fuse Bits
Chip
Name MEGA16
Calibration 0 BD
Calibration 1 BD
Calibration 2 B7
Calibration 3 BA
Lockbits [FF]
Lockbit 65 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the boot loader section
Lockbit 43 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the application section
Lockbit 21 11:No memory lock features enabled for parallel and serial programming
Fusebits [C3]
Fusebit C 1:BODLEVEL 2.7V
Fusebit B 1:BODEN disabled
Fusebit KLA987 000011:Int. RC Osc. 4 MHz; Start-up time: 6 CK + 0 ms; [CKSEL=0011 SUT
Refresh
Write LB
Write FS
Write FSH
Write FSE
Write PRG
582 bytes read
582 ROM
0 EPROM
LCD.BIN


BASCOM-AVR IDE [1.11.9.0] - [H:\FILM (H)\1454\New Folder\basic p\lcd.bas]
File Edit View Program
Sub
$regfile = "m16de
$crystal = 8000000
Config Lcd = 16 *
Config Lcdpin = Pi
Deflcdchar 0 , 1
Deflcdchar 1 , 32
Deflcdchar 2 , 32
Locate 1 , 1
Lcd Chr(0)
Locate 1 , 2
Lcd Chr(1)
Locate 1 , 3
Lcd Chr(2)
End
13: 42
Insert
AVR ISP STK programmer
File Buffer Chip
Chip ATmega16
Manufactor Atmel
Chip ATmega16
Flash ROM 16 KB
EEPROM 512
Size
Programmed:20
FlashROM EEPROM Lock and Fuse Bits
Chip
Name MEGA16
Calibration 0 BD
Calibration 1 BD
Calibration 2 B7
Calibration 3 BA
Lockbits [FF]
Lockbit 65 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the boot loader section
Lockbit 43 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the application section
Lockbit 21 11:No memory lock features enabled for parallel and serial programming
Fusebits [C3]
Fusebit C 1:BODLEVEL 2.7V
Fusebit B 1:BODEN disabled
Fusebit KLA987 000011:Int. RC Osc. 4 MHz; Start-up time: 6 CK + 0 ms; [CKSEL=0011 SUT
Refresh
Write LB
Write FS
Write FSH
Write FSE
Write PRG
582 bytes read
582 ROM
0 EPROM
LCD.BIN


AVR ISP STK programmer
File Buffer Chip
Chip ATtiny12
Manufactor Atmel
Chip ATtiny12
Flash ROM 1 KB
EEPROM 64
Size
Programmed:20
FlashROM EEPROM Lock and Fuse Bits
Calibration 0 BD
Calibration 1 BD
Calibration 2 B7
Calibration 3 BA
Lockbits [FF]
Lockbit 65 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the boot loader section
Lockbit 43 11:No restrictions for SPM or LPM accessing the application section
Lockbit 21 11:No memory lock features enabled for parallel and serial programming
Fusebits [C3]
Fusebit C 1:BODLEVEL 2.7V
Fusebit B 1:BODEN disabled
Fusebit KLA987 000011:Int. RC Osc. 4 MHz; Start-up time: 6 CK + 0 ms; [CKSEL=0011
Fusebits High [99]
Fusebit High M
000011:Int. RC Osc. 4 MHz; Start-up time: 6 CK + 0 ms; [CKSEL=0011 SUT=00]
000100:Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time: 6 CK + 0 ms; [CKSEL=0100 SUT=00]
000101:Ext. RC Osc. - 0.9 MHz; Start-up time: 18 CK + 0 ms; [CKSEL=0101 SUT=00]
000110:Ext. RC Osc. 0.9 MHz - 3.0 MHz; Start-up time: 18 CK + 0 ms; [CKSEL=0110 SUT=00]
000111:Ext. RC Osc. 3.0 MHz - 8.0 MHz; Start-up time: 18 CK + 0 ms; [CKSEL=0111 SUT=00]
001000:Ext. RC Osc. 8.0 MHz - 12.0 MHz; Start-up time: 18 CK + 0 ms; [CKSEL=1000 SUT=00]
001001:Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time: 1K CK + 4 ms; [CKSEL=1001 SUT=00]
001010:Ext. Crystal/Resonator Low Freq.; Start-up time: 258 CK + 4 ms; [CKSEL=1010 SUT=00]
Refresh
Write LB
Write FS
Write FSH
Write FSE
Write PRG
778 bytes read
778 ROM



نگارنده : مهرداد غفاری لاله

Dj_Mah_Mix@yahoo.com