

تکلیف 1 سوال 4

فیوزبیت :

ATmega16 دارای قسمتی برای تنظیم کلاک مورد نیاز cpu است. این قسمت در بخش فیوزبیتها قرار دارد. فیوزبیت قسمتی از حافظه‌ی فلش AVR است که با قطع برق مقدار آن از بین نمی‌رود و کار اصلی آن **کنترل قسمتی از سخت افزار داخلی AVR** می‌باشد. فیوزبیتها در هر مدل از AVR تفاوت‌هایی دارد، اما اکثر فیوزبیتها بین میکروکنترلرها مشترک هستند. فیوزبیتها از نظر مهم بودن به سه دسته‌ی فیوزبیت پایین، فیوزبیت بالا و فیوزبیت‌های پیشرفته تقسیم می‌شوند. 0 بودن فیوزبیت به معنای فعال بودن و 1 بودن فیوزبیت به معنای غیرفعال بودن آن است. نمای کلی فیوزبیت‌های ATmega16 به شکل زیر است :

Low Fuse Bits	High Fuse Bits	Extend Fuse Bits	Lock Bits
1 BODLEVEL	1 OCDEN	0	1 NA
1 BODEN	0 JTAGEN	0	1 NA
1 SUT1	0 SPIEN	0	1 BLB12
0 SUT0	1 CKOPT	0	1 BLB11
0 CKSEL3	1 EESAVE	0	1 BLB02
0 CKSEL2	0 BOOTSZ1	0	1 BLB01
0 CKSEL1	0 BOOTSZ0	0	1 LB2
1 CKSEL0	1 BOOTRST	0	1 LB1

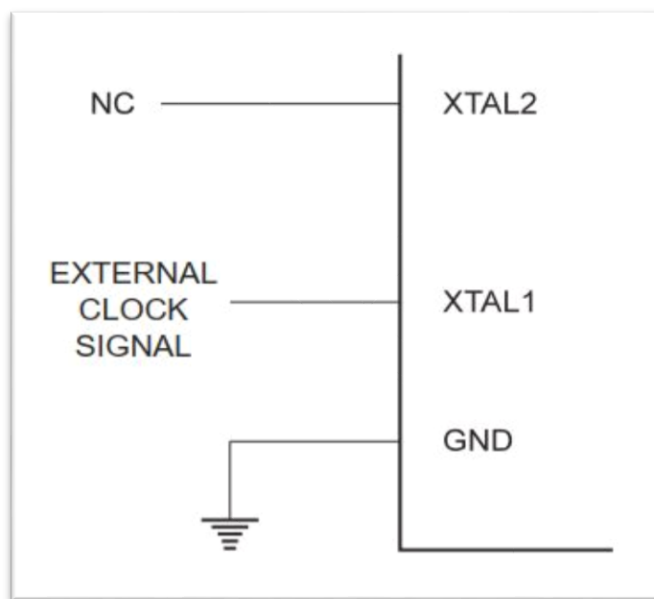
منابع کلاک در AVR ATmega16 :

برای تنظیم منابع کلاک باید از فیوزبیت‌های CKSEL0 تا CKSEL3 استفاده کرد. منابع کلاک به طور کل به پنج دسته تقسیم می‌شوند :

Table 2. 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

مد کلاک خارجی (External Clock) : در صورتی که مقادیر CKSEL0 تا CKSEL3 همگی برابر 0 باشند، کلاک سیستم بر روی External Clock یا همان کلاک خارجی تنظیم می‌شود. در این حالت مطابق شکل زیر باید یک کلاک بیرونی به میکرو اعمال گردد. میکروکنترلر دو پایه XTAL1 و XTAL2 دارد که در این مد تنها باید کلاک را به XTAL1 اعمال کرد.



مد اسیلاتور RC داخلی (Calibrated Internal RC Oscillator) :

دومین مورد از منابع کلاک در AVR ، اسیلاتور RC داخلی (Calibrated Internal RC Oscillator) می باشد. در صورتی که مقدار CKSEL بین 0001 تا 0100 انتخاب شود، اسیلاتور RC داخلی میکرو راه اندازی شده و کلاک به صورت داخلی تامین می شود. این مد 4 حالت متفاوت دارد که در جدول زیر آورده ایم.

Table 9. Internal Calibrated RC Oscillator Operating Modes

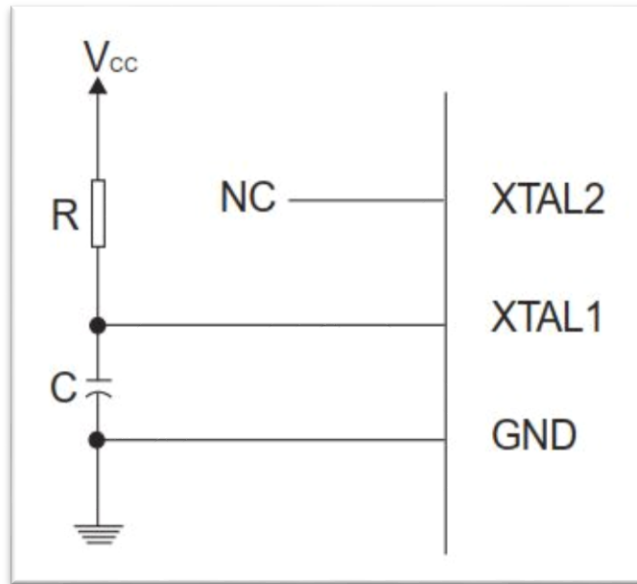
CKSEL3..0	Nominal Frequency (MHz)
0001 ⁽¹⁾	1.0
0010	2.0
0011	4.0
0100	8.0

اگر CKSEL برابر 0001 شود کلاک سیستم روی 1 MHz و اگر 0100 انتخاب شود، کلاک بر روی 8 MHz قرار می گیرد. در این مد به هیچ قطعه‌ی خارجی احتیاج نیست و کلاک به صورت داخلی تولید می شود. همین موضوع سبب می شود که کلاک تولیدی دقیق نباشد .

نکته : در حالت پیش فرض مقدار CKSEL برابر 0001 بوده و میکرو با فرکانس 1 مگاهرتز کار می کند.

مد اسیلاتور RC خارجی (External RC Oscillator) :

اگر بخواهیم فرکانس میکرو دقیقاً آن چیزی باشد که ما می‌خواهیم، باید از مدار RC خارجی استفاده کرد و فیزوبیت‌ها را در آن مد قرار داد. نحوه‌ی اتصال خازن و مقاومت به میکرو مطابق شکل زیر می‌باشد .



خازن و مقاومت تشکیل یک مدار RC می‌دهند که تولید فرکانس می‌کند . مقدار این فرکانس از رابطه زیر به دست می‌آید :

$$f = \frac{1}{3RC}$$

در این رابطه R بر حسب اهم و C بر حسب فاراد در نظر گرفته می‌شود. دو نکته باید رعایت شود: اول اینکه مقدار خازن باید در حد پیکو فاراد انتخاب شود و حداقل باید 22 پیکو فاراد باشد. دوم اینکه بعد از مشخص شدن R و C و اتصال آن به میکرو باید CKSEL را بصورت زیر تنظیم کرد.

Table 7. External RC Oscillator Operating Modes

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

در حالت اسیلاتور RC خارجی چهار حالت امکان پذیر است که باید مطابق فرکانس نوسان مدار RC انتخاب شوند. به عنوان مثال اگر خازن برابر 36 پیکو فاراد و مقاومت 1 کیلو اهم باشد، با استفاده از فرمول، فرکانس تقریباً 9.259 مگاهرتز به دست می آید. بنابراین باید CKSEL را برابر 1000 قرار داد تا فرکانس تولیدی در محدوده آن قرار گیرد.

نکته: مزیت این مد نسبت به سایر منابع کلاک در AVR، این است که هر مقدار دلخواهی که در نظر داشته باشیم می توانیم به وسیله ی مدار RC ایجاد کنیم.

مد کریستال خارجی (External Crystal):

به عنوان مثال اگر منبع کلاک بصورت RC داخلی انتخاب شود و روی 8 مگاهرتز تنظیم شده باشد، در واقع دقیقاً 8 مگ نیست؛ بلکه به دمای محیط و پارامترهای دیگری مثل ولتاژ تغذیه وابسته است. طبق تجربه، این مقدار بین 7.6 تا 8.5 مگاهرتز تغییر می کند. اما اگر بخواهیم کلاک مورد نظرم از پایداری و دقت زیادی برخوردار باشد باید از کریستال خارجی استفاده کرد و آن را به صورت شکل زیر، به میکرو متصل نمود. علاوه بر کریستال، بهتر است دو خازن C1 و C2 هم اضافه شوند تا در محیط های نویزی فرکانس تولیدی پایدار بماند. در نهایت باید فیوزبیت های CKSEL را به صورت زیر برنامه ریزی نمود.

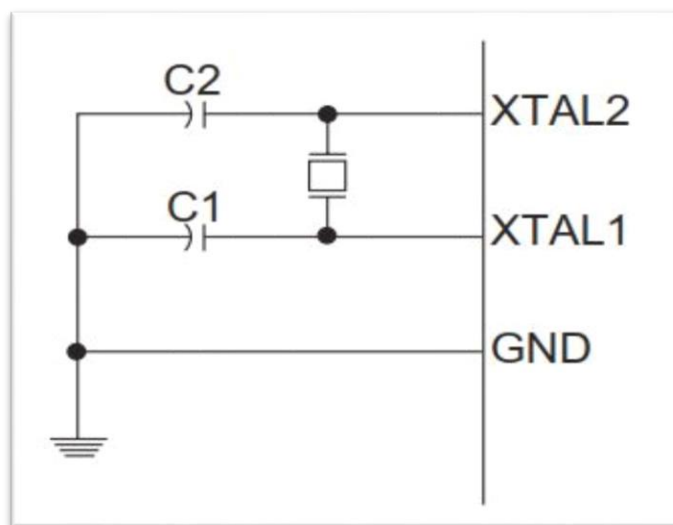


Table 4. Crystal Oscillator Operating Modes

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

در جدول فوق تنها فیوزبیت‌های CKSEL1 تا CKSEL3 اهمیت دارند و CKSEL0 تاثیری در انتخاب مُد ندارد. به عنوان مثال اگر از کریستال 4 مگاهرتز استفاده کنیم باید مقدار CKSEL برابر 1110 یا 1111 شود و یا اگر کریستال 2 مگاهرتز استفاده کنیم باید CKSEL را 1100 یا 1101 قرار دهیم.

نکته : فیوزبیت دیگری به نام CKOPT وجود دارد که پروگرام کردن آن (یعنی 0 کردن آن) باعث قرارگیری یک خازن داخلی 36 پیکو فاراد بین پایه‌های XTAL1 و XTAL2 می‌شود. در صورتی که این فیوزبیت پروگرام شود، باید فرکانس کریستال خارجی کمتر از 1 مگاهرتز انتخاب گردد.

مد کریستال خارجی فرکانس پایین (External low-Frequency Crystal) :

در صورتی که CKSEL برابر 1001 شود، باید از کریستال فرکانس پایین 32.768 KHz استفاده کرد. این کریستال به کریستال ساعت معروف است و خیلی کم پیش می‌آید که فرکانس کاری میکروکنترلر تا این حد پایین انتخاب شود. البته در بخش مربوط به تایمرکانتر 2 ما از این کریستال برای تولید پالس ساعت استفاده می‌کنیم.