

### مراحل اجرا به صورت خط لوله (Execution Pipeline)

فرآیند شامل مراحل اجرایی (اصلی) زیر است:

- مراحل واکشی دستور
- مراحل تشخیص (decode) دستورالعمل
- مرحله issue
- سه یا چهار مرحله اجرایی

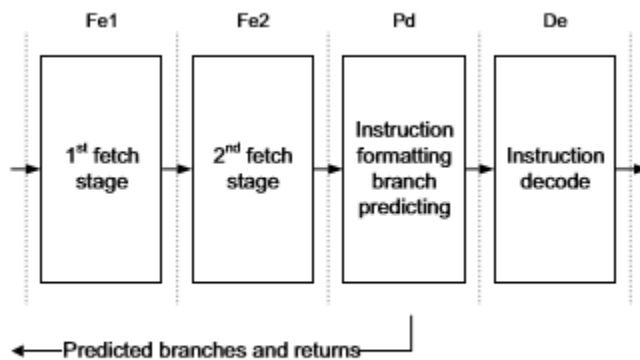


Figure 1-2 Processor Fetch and Decode pipeline stages

Fe: دو مرحله واکشی دستورالعمل از حافظه اصلی

Pd: مرحله pre-decode (پیش تشخیص) که قالب دستورالعمل مشخص می شود و پیش بینی دستورهای branch در این مرحله است

De: تشخیص دستورالعمل (Instruction decode)

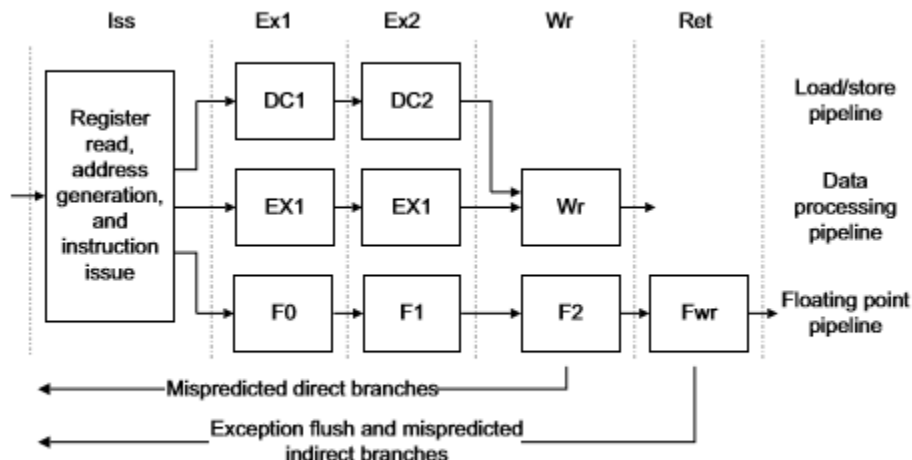


Figure 1-4 Cortex-R4F Issue and Execution pipeline stages

نام و توضیح کوتاه مراحل خط لوله:

Iss: خواندن از ثبات و instruction issue (کار واحد instruction issue پر کردن خط لوله از دستورالعمل هاست در واقع جریان کنترلی (جریان برنامه) را پیش بینی میکند و دستورات را براساس آن واکنشی می کند)

Ex: مراحل اجرایی

Wr: دوباره نوشتن (write-back) داده بعد از مراحل اجرایی

Ret: instruction retire، چون ساختار به صورت خط لوله است توانایی اجرای دستورالعمل ها بیشتر از حدی است که جریان برنامه به آن نیاز دارد (speculative execution) در نتیجه دستورالعمل هایی که برنامه واقعا به آنها نیاز داشته باشد را retired instruction می گویند پس کار این بخش انتخاب این دستورات است

نام و توضیح کوتاه مراحل بارگذاری/ذخیره خط لوله:

DC1: اولین مرحله دسترسی به حافظه

DC2: دومین مرحله دسترسی به حافظه

نام و توضیح کوتاه مراحل مربوط به ممیز شناور خط لوله:

F0: خواندن ثبات ممیز شناور

F1: مرحله اول اجرای دستور ممیز شناور

F2: مرحله دوم اجرای دستور ممیز شناور

Fwr: بازنویسی داده ممیزشناور

ساختار خط لوله فوق امکان دسترسی با ۲ سیکل به حافظه و ۱ سیکل پهنائی بارگذاری-استفاده (در خط لوله اگر دستورالعمل فعلی به قبلی وابسته باشد اجرای دستور وابسته باید یک سیکل عقب بیفتد) را فراهم کرده است

## تمرین ۲ از فصل ۸

sbis: آدرس دهی مستقیم ثباتی (I/O)

in: آدرس دهی مستقیم I/O

sbrc: آدرس دهی مستقیم ثباتی

sbi: آدرس دهی مستقیم ثباتی

andi: آدرس دهی مستقیم ثباتی

spm: آدرس دهی حافظه برنامه با آدرس ثابت و پس افزایش

elpm: آدرس دهی حافظه برنامه با آدرس ثابت

std: آدرس دهی غیرمستقیم با جابجایی

brlt: آدرس دهی نسبی حافظه برنامه

cpi: آدرس مستقیم ثباتی

brbs: آدرس دهی نسبی حافظه برنامه

## تمرین ۱ از فصل ۹

(الف)

انتخاب منبع ساعت توسط فیوز بیت های که در جدول زیر آمده انتخاب می شود. سیگنال ساعت از منبع انتخاب شده به مولد ساعت میکروکنترلر وارد شده و به ماژول های مناسب مسپرد می شود.

توجه: برای همه فیوزها 1 به معنی برنامه ریزی نشده و 0 به معنی برنامه ریزی شده میباشد.

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

گزینه های انتخاب ساعت میکروکنترلر

مقدار پیش فرض فیوز بیت های میکروکنترلر

SUT : start up time="10"

CKSEL : clock select="0001"

اسیلاتور RC داخلی کالیبره شده:

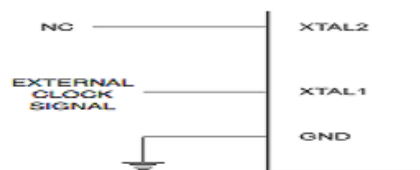
حالت‌های عملیاتی نوسان‌ساز RC کالیبره شده داخلی

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

زمان‌های راه‌اندازی مربوط به انتخاب ساعت نوسان‌ساز RC کالیبره شده داخلی

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V <sub>CC</sub> = 5.0V)	Recommended Usage
00	6 CK	—	BOD enabled
01	6 CK	4.1 ms	Fast rising power
10 <sup>(1)</sup>	6 CK	65 ms	Slowly rising power
11	Reserved		

کلاک خارجی :



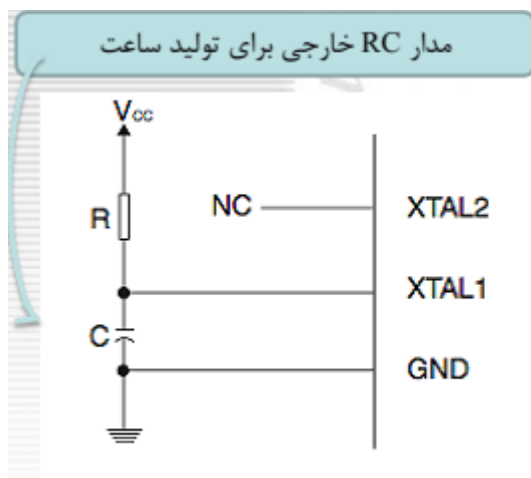
مدار راه‌انداز ساعت خارجی

زمان‌های راه‌اندازی برای انتخاب ساعت خارجی

SUT1..0	Start-up Time from Power-down and Power-save	Additional Delay from Reset (V <sub>CC</sub> = 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		

اسیلاتور RC خارجی :

فرکانس بطور تقریبی توسط فرمول  $f = \frac{1}{3RC}$  محاسبه می شود. باید حداقل ۲۲ پیکوفاراد باشد. با برنامه ریزی فیوز CKOPT، کاربر می تواند یک خازن داخلی ۳۶ پیکوفاراد را بین XTAL1 و GND فعال کند تا نیازی به خازن خارجی نباشد.



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

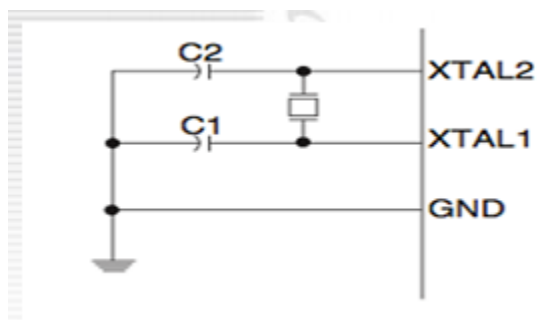
حالت های عملیاتی نوسان ساز RC خارجی

زمان های راه اندازی برای انتخاب ساعت نوسان ساز RC خارجی

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 <sup>(1)</sup>	4.1 ms	Fast rising power or BOD enabled

توجه ۱: در صورت کار کردن میکروکنترلر در فرکانس کاری نزدیک به بیشینه فرکانس کاری مجاز، این حالت نباید استفاده شود

اسیلاتور کریستالی:



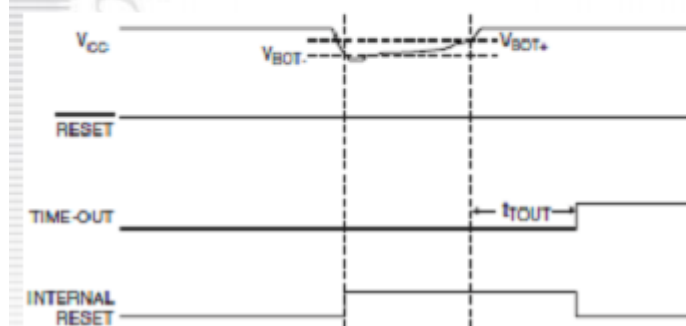
نحوه اتصال کریستال  
نوسان ساز

CKOPT	CKSEL3..1	Frequency Range (MHz)	Recommended Range for Capacitors C1 and C2 for Use with Crystals (pF)
1	101 <sup>(1)</sup>	0.4 - 0.9	—
1	110	0.9 - 3.0	12 - 22
1	111	3.0 - 8.0	12 - 22
0	101, 110, 111	$1.0 \leq$	12 - 22

زمان‌های start-up بعد از حالات صرفه‌جویی در توان (مثل حالات power down و power save) در حالت انتخاب ساعت نوسان‌ساز کریستالی

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 <sup>(1)</sup>	4.1 ms	Ceramic resonator, fast rising power
0	01	258 CK <sup>(1)</sup>	65 ms	Ceramic resonator, slowly rising power
0	10	1K CK <sup>(2)</sup>	—	Ceramic resonator, BOD enabled
0	11	1K CK <sup>(2)</sup>	4.1 ms	Ceramic resonator, fast rising power
1	00	1K CK <sup>(2)</sup>	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

زمان‌های start-up برای انتخاب ساعت نوسان‌ساز کریستالی



اسیلاتور کریستالی فرکانس پائین :

اگر این نوسان ساز انتخاب شود، زمان مربوط به راه اندازی توسط فیوزهای SUT مطابق جدول زیر تعیین می شود.

زمان‌های راه‌اندازی مربوط به انتخاب ساعت نوسان‌ساز کریستالی فرکانس پایین

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

ب) در حالت استفاده از اسلاتور RC داخلی کالیبره شده، از تنظیم ثابت OSCCAL برای کالیبره کردن ساعت RC داخلی تولید شده استفاده میکنیم:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	CAL7	CAL6	CAL5	CAL4	CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	OSCCAL
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	Device Specific Calibration Value								

نوشتن بایت کالیبراسیون در این آدرس باعث می‌شود که اسلاتور داخلی به گونه‌ای تنظیم شود که تغییرات فرآیند از نوسان‌ساز داخلی حذف شود. این کار به صورت خودکار در حین بازنشانی و شروع به کار مجدد تراشه انجام می‌شود. وقتی که OSCCAL صفر شود، کمترین مقدار فرکانس ممکن انتخاب می‌شود. نوشتن مقادیر غیر صفر در این ثابت، فرکانس نوسان‌ساز داخلی را افزایش می‌دهد. نوشتن مقدار \$FF در این ثابت بیشترین مقدار فرکانس ممکن را ایجاد می‌کند.

ج) چون فیوز 0...3 cksel برای تعیین فرکانس ساعت به کار می‌رود پس اگر این فیوزها تغییر نمایند میتوان نتیجه گرفت که فرکانس ساعت نیز تغییر نموده است.