

Microprocessor

HOMEWORK 1

Mana Poustizadeh

AMIRKABIR UNIVERSITY OF TECHNOLOGY | HAFEZ AVENUE

سوال 1

الف)

برای توضیح بخش‌های مختلف دسته‌بندی زیر را ارائه می‌کنیم:

- مشخصات پردازنده‌ی اصلی
- حافظه‌های میکروکنترلر
- باس‌های داخلی
- ماژول‌های داخلی

مشخصات پردازنده‌ی اصلی

پردازنده‌ی ARM Cortex-M3 آخرین نسل از پردازنده‌های ARM برای سیستم‌های بلادرنگ است. این پردازنده با هدف به وجود آوردن قطعه‌ای با قیمت کم، توان کم ساخته شده و در عین حال عملکرد آن در محاسبات بسیار برجسته و نحوه‌ی پاسخگویی به وقفه‌ها در آن پیشرفته است. همچنین از ویژگی‌هایی برای بهینه‌سازی کد برخوردار است. این پردازنده‌ی ARM Cortex-M3 32 بیتی است و از نوع RISC است. عملکرد بالایی که عرضه می‌دارد، چیزی است که از یک هسته‌ی ARM مرتبط با قطعات 8 و 16 بیتی انتظار می‌رود. با فرکانس ماکزیمم 72 MHz کار می‌کند و ضرب و تقسیم سخت‌افزاری را در یک سیکل انجام می‌دهد. علاوه بر موارد ذکر شده توانایی debug و trace کردن نیز در این پردازنده وجود دارد.

حافظه‌های میکروکنترلر

این میکروکنترلر دارای حافظه‌ی فلش 64 یا 128 کیلوبایتی و حافظه‌ی 20 کیلوبایتی SRAM است. از این حافظه فلش می‌توان برای ذخیره‌سازی داده و برنامه استفاده کرد.

باس‌های داخلی

همان‌طور که در شکل مشخص است، این میکروکنترلر دارای دو باس اصلی APB1 و APB2 می‌باشد.

- APB1 با بخش‌هایی از قبیل USARTها، I2Cها، CAN (Control Area Network) ، رابط سریال اول peripheralها، USB، General-purpose timerها و ... در ارتباط است. (در کل این باس بیشتر با peripheralها در ارتباط است.) ماکزیمم فرکانس کاری این قسمت 24 الی 36 مگاهرتز است.

- APB2 نیز با بخش‌هایی همچون ورودی/خروجی‌های عام‌منظوره، Advanced-control timer، رابط سریال دوم peripheralها، سنسور دما و کنترل‌کننده‌ی وقفه‌ها و رویدادها مرتبط است. ماکزیمم فرکانس کاری این قسمت 48 الی 72 مگاهرتز است.

ماژول‌های داخلی

برخی ماژول‌های این میکروکنترلر عبارتند از:

- کنترل‌کننده‌ی خارجی وقفه‌ها و رویدادها
- سیستم کلاک
- تغذیه‌ی سیستم
- timer 7 که سه عدد از آن‌ها 16 بیتی است، 2 عدد از آن‌ها از نوع watchdog است.
- 9 واسط ارتباطی دارد که از آن‌ها عبارتند از:
 - 2 واسط اتصال سریع I2C (7 یا 10 بیت آدرس‌دهی، با توجه به وضعیت)
 - 3 واسط USART
 - SPI 2
 - واسط CAN
 - USB 2.0
- DMA 7 کاناله
- 2 عدد تبدیل‌کننده‌ی آنالوگ به دیجیتال (12 بیتی)
- رگولاتور ولتاژ
- ماژول سریال دیباگ (SWD) و JTAG
- سنسور دما

همچنین لازم به ذکر است که یک 512 Embedded SRAM بایستی نیز در این میکروکنترلر تعبیه شده است. همان‌طور که در شکل به چشم می‌خورد 5 پورت ورودی خروجی عام‌منظوره به نام‌های GPIOA GPIOB GPIOC GPIOE GPIOD دارد که با باس APB2 در ارتباطند اما در خصوصیات میکروکنترلر توضیح داده شده است که بسته به ورژن، دارای 26، 37، 51 یا 80 عدد GPIO می‌باشد. علاوه بر این موارد لازم به ذکر است که ماژول کنترل trace و ارتباط با حافظه‌ی فلش به ترتیب از طریق pbus و ibus انجام می‌پذیرد.

(ب)

فرم کلی تعدادی از دستورها به صورت زیر است.

```
op{S}{cond} {Rd,} Rn, Operand2  
op{cond} {Rd,} Rn, #imm12; ADD and SUB only
```

- دستور ریاضی ADD:

بصورت `ADD{condition}{S} {Rd,} Rn, Operand2` نوشته می‌شود و در اینجا مقدار `operand2` یا `imm12` را با مقدار `Rn` جمع می‌کند. مقدار حاصل در `Rd` نوشته می‌شود و در صورت حذف آن، حاصل نهایی در `Rn` قرار می‌گیرد. اگر جلوی دستورالعمل `S` را بنویسیم می‌خواهیم که بعد از اجرای دستورالعمل، `flag` ست شوند. `Condition` در اینجا به این معنی است که برای انجام شدن دستور یک شرط گذاشته می‌شود. برخی نکات را نیز هنگام استفاده از این دستورها باید در نظر گرفت مثلاً این که `Operand2` نباید `SP` یا `PC` باشند.

- دستور جابجایی MOV

این دستور به صورت `MOV{S}{cond} Rd, Operand2` نوشته می‌شود. نقش `psond S` مانند نقش `S` در قسمت قبلی است. این دستور مقدار `Operand2` را در `Rd` کپی می‌کند. `Rd` که حتماً رجیستر است، اما `operand2` می‌تواند از نوع رجیستر یا بلا فصل حافظه‌ای باشد. بعضی وقت‌ها می‌توان به جای این دستور از شیفت‌ها استفاده کرد که این در شرایطی است که `operand2` رجیستری همراه با یک شیفت (به جز `LSL`) باشد.

- دستور BX بری صدا زدن زیرروال

این دستور به صورت `BX{cond} Rm` نوشته می‌شود و از آن می‌توان برای صدا زدن روتین خاصی استفاده کرد. این دستور از خطی که دارد اجرا می‌شود به آدرس موجود در `Rm` می‌رود. `Cond` نیز همانند `cond` در دستوره‌ای بالا است.

(ج)

`Floating point unit` در این میکروکنترلر جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، ضرب انباره‌ای و عملیات ریشه‌ی دوم اعداد را با دقت یک رقم اعشار پشتیبانی می‌کند. همچنین تبدیل داده‌های با فرمت `fixed-point` به `floating-point` را نیز انجام می‌دهد. `FPU` شامل 32 رجیستر با دقت یک رقم اعشار است که می‌توان از آن‌ها به عنوان 16 رجیستر شامل دو `word` نیز استفاده کرد. در جدول 1 برخی رجیسترها و توضیحات مربوطه‌ی آنان نشان داده شده است.

Address	Name	Type	Reset	Description
0xE000ED88	CPACR	RW	0x00000000	Section 4.6.1: Coprocessor access control register (CPACR) on page 252
0xE000EF34	FPCCR	RW	0xC0000000	Section 4.6.2: Floating-point context control register (FPCCR) on page 252
0xE000EF38	FPCAR	RW	-	Section 4.6.3: Floating-point context address register (FPCAR) on page 254
0xE000EF3C	FPDSCR	RW	0x00000000	Section 4.6.5: Floating-point default status control register (FPDSCR) on page 256
-	FPSCR	RW	-	Section 4.6.4: Floating-point status control register (FPSCR) on page 254

جدول 1

(د)

روش‌های بسته‌بندی این تراشه عبارتند از:

- VFQFN36 (Very thin Fine pitch Quad Flat Pack No-lead) 6*6mm
این روش برای تراشه‌های با برنامه‌های پرتابل مناسب است که به اندازه و وزن کم و در عین حال عملکرد حرارتی و الکتریکی بالا احتیاج دارند. پایه‌ها در 4 طرف قرار دارند.
 - UFQFPN48 7*7mm
پایه‌ها در 4 طرف قرار دارند.
 - LQFP100 14*14mm
از انواع Quad Flat Package ها است و پایه‌ها در 4 طرف قرار دارند.
 - LQFP64 10*10mm
 - LQFP48 7*7mm
 - LFBGA100 10*10mm
 - TFBGA64 5*5mm
 - BGA100 10*10mm
 - UFBGA100 7*7mm
 - BGA64 5*5mm (Ball Grid Array)
- BGAها چگالی بالایی به ما ارائه می‌دهند و مانع افزایش بیش از حد دما می‌شوند. پایه‌ها روی سطح قرار دارند.

(ه)

محدوده دمایی کار از 40- درجه سانتیگراد تا 105 درجه است. دمای اتصال/پیوند (7 suffix version) می‌تواند تا 125 درجه افزایش پیدا کند. در حالت بیشترین اتلاف توان برای 6 suffix version دما بین 40- درجه سانتیگراد تا 85 درجه تغییر می‌کند. در حالت کمترین اتلاف توان برای 7 suffix version دما بین 40- درجه سانتیگراد تا 125 درجه تغییر می‌کند.

(و)

ناحیه ولتاژ کاری بین 2 تا 3.6 ولت است. این ولتاژ برای تغذیه‌ی I/O ها به کار می‌رود. در حالت ماکزیمم فرکانس از 2 تا 2.7 یا از 2.7 تا 3.6 (بسته به شرایط) متغیر است. همچنین ولتاژ منبع تغذیه‌ی تراشه از 2.4 تا 3.6 ولت متغیر است.

سوال 2

می‌دانیم که هر یک از سگمنت‌های کد، داده، اضافی و پشته در حافظه 64 کیلو بایت را اشغال می‌کنند. بنابراین حداکثر مقدار آدرس انتهای آخرین سگمنت می‌تواند FFFFFH باشد در نتیجه حداکثر مقدار شروع F0000H است. در نتیجه گزینه‌ی ج غلط است. از طرفی آدرس شروع یک سگمنت باید یکی از حالت‌ها زیر باشد:

$$\begin{cases} \text{Code segment: (CS)0} \\ \text{Data segment: (DS)0} \\ \text{Extra segment: (ES)0} \\ \text{Stack segment: (SS)0} \end{cases}$$

در نتیجه مقدار شروع آدرس یک سگمنت حافظه باید به صفر ختم شود و گزینه‌ی الف و د نیز نادرست می‌شوند. پس گزینه‌ی درست گزینه‌ی ب است.

سوال 3

فرم کلی یک آدرس فیزیکی به صورت زیر است:

آدرس فیزیکی = آدرس منطقی (4 بیت hex) + 0 (محتوای ثبات سگمنت)

که در مجموع 5 بیت hex یا 20 بیت باینری است. در نتیجه داریم:

$$C4000H + \text{آدرس منطقی} = C89A0H$$

که از اینجا آدرس منطقی A049 به دست می‌آید.

سوال 4

آدرس فیزیکی برابر با E9500H است. همچنین IP نیز SP در نظر گرفته شده است تا با SS جمع شود.

آدرس بالای پشته مطابق زیر است:

$$(SS)0 + SP = E9500H \rightarrow (SS)0 = E9500H - 2010H = E74F0H$$

آدرس پایین پشته:

$$(SS)0 + FFFFH = E74F0H + FFFFH = F74EF$$