

مرجع کامل میکروکنترلرهای STM32

مؤلفین:

دکتر محمد ارکانی

مهندس سینا کلانی

ویژگی های کتاب:

- ✓ آموزش برنامه نویسی میکروکنترلرها به زبان C.
- ✓ آموزش نحوه استفاده و بکارگیری توابع CMSIS.
- ✓ آموزش نرم افزار Keil uVision.
- ✓ شماتیک کامل به همراه شرح جزئیات برد آموزشی کتاب.
- ✓ تعداد ۱۶ پروژه کاربردی معرفی شده است.
- ✓ دیسک نوری ضمیمه ی کتاب حاوی نرم افزارهای مورد نیاز، مثال های آورده شده در کتاب و مثال های شرکت ST و دیگر موارد مورد نیاز می باشد.

نیاز دانش

پیش‌گفتار

پیش‌رفت روز افزون فناوری موجب شده تا تراشه‌های برنامه‌پذیری مانند تراشه‌های ARM که دارای توانایی به‌القوه‌ای برای کاربردهای صنعتی هستند توسعه داده شود. از این میان محصولات شرکت ST به دلیل تنوع و قیمت مناسب، بسیار مورد توجه مهندسين طراح این حوزه قرار گرفته است. از این‌رو بر آن شدیم که به تالیف کتاب حاضر پرداخته شود. این کتاب شامل دو بخش کلی است. بخش اول که فصل‌های ۱ الی ۱۷ را شامل می‌شود به شرح دانش کار با تراشه‌های از خانواده‌ی STM32F10X می‌پردازد. در بخش دوم نیز شرح تعداد شانزده پروژه‌ی کاربردی آورده شده است. برای ارتقاء کیفیت آموزش، برد ویژه‌ای توسعه داده شده است که جزییات و نقشه‌های شماتیک آن در لوح فشرده کتاب در اختیار دانشجویان قرار گرفته است. امید است تالیف این کتاب منجر به ارتقاء سطح علمی دانشجویان این حوزه گردد. هر گونه پیش‌نهاد و انتقاد سازنده برای ارتقاء کیفیت این کتاب از سوی خوانندگان موجب امتنان مولفین است.

مهندس سینا کلانی

naminics@gmail.com

دکتر محمد ارکانی

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

markani@aeoi.org.ir

فهرست مطالب

شماره فصل	عنوان فصل
آشنایی با برنامه‌نویسی تراشه‌های خانواده‌ی STM32F10X..... ۹	
۱	آشنایی با میکروکنترلرهای خانواده‌ی ARM STM32F1..... ۱۱
۲	آشنایی با برنامه‌نویسی به زبان C..... ۲۱
۳	آشنایی با نرم‌افزار Keil uVision..... ۷۹
۴	برنامه‌ریزی تراشه..... ۹۹
۵	آشنایی با ورودی‌ها و خروجی‌های عمومی (GPIO)..... ۱۱۳
۶	آشنایی با واحد کنترل وقفه‌ها (NVIC) و وقفه خارجی (EXTI)..... ۱۲۵
۷	تبادل داده با UART و راه‌اندازی وقفه‌ی آن..... ۱۳۹
۸	راه‌اندازی Timer و وقفه‌ی آن..... ۱۴۹
۹	راه‌اندازی واحد RTC..... ۱۵۹
۱۰	راه‌اندازی واحد ADC و وقفه‌ی آن..... ۱۷۳
۱۱	آشنایی با واحد مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC)..... ۱۹۱
۱۲	آشنایی با واحد دسترسی مستقیم به حافظه (DMA)..... ۲۰۵
۱۳	آشنایی با واحد مدیریت توان (PWR) و استفاده از رجیسترهای Backup..... ۲۱۳
۱۴	راه‌اندازی واحد Independent Watchdog و معرفی سیستم تیک تایمر..... ۲۲۳
۱۵	آشنایی با نحوه کار با واحد حافظه‌ی FLASH داخلی تراشه..... ۲۳۱
۱۶	آشنایی با واحد I ² C..... ۲۴۱
۱۷	آشنایی با واحد SPI..... ۲۴۹
پروژه‌های کاربردی..... ۲۵۹	
۱۸	بخش (۱-۱۸) پروژه‌ی اول: راه‌اندازی ماژول سون سگمنت..... ۲۶۱
	بخش (۲-۱۸) پروژه‌ی دوم: نمایش‌گر LCD کاراکتری..... ۲۶۹
	بخش (۳-۱۸) پروژه‌ی سوم: نمایش‌گر LCD رنگی با صفحه لمسی..... ۲۷۲

بخش (۱۸-۴) پروژه‌ی چهارم: کار با سنسور دمای آنالوگ LM35	۲۸۰
بخش (۱۸-۵) پروژه‌ی پنجم: کار با سنسور LM75 با استفاده از پروتکل I ² C	۲۸۳
بخش (۱۸-۶) پروژه‌ی ششم: کار با حافظه‌ی EEPROM خارجی با استفاده از پروتکل I ² C	
(تراشه‌ی AT24C04)	۲۹۷
بخش (۱۸-۷) پروژه‌ی هفتم: راه‌اندازی SD Card	۳۰۴
بخش (۱۸-۸) پروژه‌ی هشتم: ساعت و تقویم	۳۱۰
بخش (۱۸-۹) پروژه‌ی نهم: راه‌اندازی ماژول بلوتوث HC-05	۳۱۳
بخش (۱۸-۱۰) پروژه‌ی دهم: راه‌اندازی ماژول وایرلس NRF24L01	۳۱۷
بخش (۱۸-۱۱) پروژه‌ی یازدهم: راه‌اندازی ماژول SIM800c	۳۲۲
بخش (۱۸-۱۲) پروژه‌ی دوازدهم: راه‌اندازی ماژول وای‌فای ESP8266	۳۲۹
بخش (۱۸-۱۳) پروژه‌ی سیزدهم: راه‌اندازی واحد USB Host	۳۳۸
بخش (۱۸-۱۴) پروژه‌ی چهاردهم: راه‌اندازی شبکه با RL-ARM	۳۴۴
بخش (۱۸-۱۵) پروژه‌ی پانزدهم: آشنایی با سیستم عامل RTX	۳۵۰
بخش (۱۸-۱۶) پروژه‌ی شانزدهم: فرکانس‌متر دیجیتال	۳۵۴
آشنایی با برد آموزشی مبتنی بر تراشه‌ی STM32F107VCT	۳۵۷
آشنایی با مثال‌های شرکت ST	۳۷۳

ضمایم ۳۷۷

ضمیمه‌ی ۱: لیست کدهای اسکی	۳۷۹
ضمیمه‌ی ۲: جدول مقایسه محصولات شرکت ST	
(به فایل اکسل با نام ST ProductsList.xlsx موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)	
ضمیمه‌ی ۳: نقشه‌ی شماتیک برد آموزشی مبتنی بر تراشه‌ی STM32F107VCT	
(به پوشه با نام Board Schematic موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)	
ضمیمه‌ی ۴: نرم‌افزارهای استفاده شده در کتاب و درایورهای مورد نیاز	
(به پوشه با نام Software موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)	
ضمیمه‌ی ۵: کتابخانه‌ی تراشه‌های از خانواده‌ی STM32F10X	
(به پوشه با نام STM32F10x_StdPeriph_Library موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)	

ضمیمه‌ی ۵: دیتاشیت و منوال برخی از تراشه‌های ARM محصول شرکت ST
(به پوشه با نام Reference Manual and Datasheet موجود در DVD همراه کتاب مراجعه
شود)

ضمیمه‌ی ۶: نسخه‌ی الکترونیکی مثال‌های آورده شده در کتاب
(به پوشه با نام Examples موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)

ضمیمه‌ی ۷: مثال‌های شرکت ST
(به پوشه با نام ST Examples موجود در DVD همراه کتاب مراجعه شود)

**آشنایی با برنامه‌نویسی تراشه‌های خانواده‌ی
STM32F10X**

فصل اول:

آشنایی با میکروکنترلرهای خانواده‌ی

ARM Cortex-M3

آشنایی با پردازنده‌های ARM

میکروکنترلرهای خانواده‌ی ARM در طی چند سال گذشته به یکی از مشهورترین معماری‌های ۳۲ بیتی در دنیا تبدیل شده‌اند. شرکت^۱ ARM طراح موفق تراشه‌های ARM است. صرف نظر از مصرف بسیار پایین انرژی توسط این خانواده از تراشه‌ها، قیمت پایین، کارایی بالا، و معماری ۳۲ بیتی، و همچنین تولید و عرضه‌ی آن‌ها توسط سازندگان مختلفی در سرتاسر دنیا از جمله ویژگی‌های منحصر به فرد این تراشه‌ها محسوب می‌شود. حدود ۹۸ درصد از تلفن‌های همراه در سرتاسر دنیا دارای حداقل یک پردازنده‌ی ARM هستند. از تراشه‌های ARM تقریباً در هر نوع از کاربردی از پرتکل‌های حمل‌ونقل خودرو گرفته تا سیستم‌های امنیتی و پزشکی می‌توان استفاده نمود. هرچند خود شرکت ARM به صورت فیزیکی هیچ تراشه‌ای را تولید و عرضه نمی‌کند، IP Core‌های توسعه داده شده توسط این شرکت، به‌طور گسترده‌ای توسط شرکت‌هایی که سیستم‌های نهان^۲ و SoC^۳ را توسعه می‌دهند مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در بین سری‌های مختلف میکروکنترلرهای ARM، سری Cortex از موفق‌ترین سری‌هایی است که به بازار عرضه شده. در این فصل ابتدا ساختار و معماری تراشه‌های ARM خانواده Cortex-M3 شرح داده می‌شود. سپس لیستی از ویژگی‌ها و ادوات جانبی این نسخه از خانواده میکروکنترلرهای ARM که توسط شرکت ST انحصاری و تولید شده است، شرح داده می‌شود.

^۱ در ابتدا ARM مخفف Acrone RISC Machine بود، اما بعدها نام این شرکت به Advanced RISC Machine تغییر پیدا کرد.

^۲ Embedded Systems

^۳ SoC: System on Chip