

۲۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر میکروکنترلرها
۲۱	۱-۱ مقدمه.....
۲۲	۲-۱ طراحی یک سیستم نهفته.....
۲۳	۳-۱ استفاده از پردازنده‌ها در طراحی سخت‌افزار یک سیستم نهفته.....
۲۴	۱-۳-۱ ریزپردازنده‌ها.....
۲۴	۲-۳-۱ پردازنده‌های DSP.....
۲۵	۳-۳-۱ میکروکنترلرها.....
۲۸	۴-۱ کاربردهای میکروکنترلر.....
۲۹	فصل دوم: میکروکنترلرهای ARM
۲۹	۱-۲ مقدمه.....
۲۹	۲-۲ تاریخچه.....
۳۱	۳-۲ هسته‌های پردازنده ARM ونسخه‌های مختلف معماری.....
۳۴	۴-۲ ویژگی‌های Cortex-M3.....
۳۶	۵-۲ شرکت‌های سازنده.....
۳۶	۱-۵-۲ پردازنده‌های مبتنی بر ARM شرکت Atmel.....
۳۹	۲-۵-۲ پردازنده‌های مبتنی بر ARM شرکت NXP.....
۴۰	۳-۵-۲ پردازنده‌های مبتنی بر ARM شرکت Samsung.....
۴۱	۴-۵-۲ پردازنده‌های مبتنی بر ARM شرکت STMicroelectronics.....
۴۶	۶-۲ مشخصات میکروکنترلر STM32F103.....
۴۹	فصل سوم: حافظه
۴۹	۱-۳ مقدمه.....
۴۹	۲-۳ بررسی ویژگی‌های سیستم حافظه.....

فهرست مطالب



فصل پنجم: تغذیه

۶۹

- ۱-۵ مقدمه ۶۹
- ۲-۵ منابع اصلی تغذیه ۶۹
- ۱-۲-۵ تغذیه اصلی ۶۹
- ۲-۲-۵ تغذیه مدارهای آنالوگ ۷۰
- ۳-۲-۵ تغذیه باتری پشتیبان ۷۱
- ۳-۵ حالت‌های توان پایین میکروکنترلر ۷۱
- ۱-۳-۵ حالت Sleep ۷۱
- ۲-۳-۵ حالت توقف ۷۱
- ۳-۳-۵ حالت آماده به کار ۷۱

فصل ششم: معرفی برد آموزشی

۷۲

- ۱-۶ مقدمه ۷۲
- ۲-۶ مشخصات پردازنده برد آموزشی ۷۲
- ۳-۶ امکانات برد آموزشی ۷۴
- ۴-۶ مشخصات برد آموزشی ۷۵
- ۱-۴-۶ بخش تغذیه ۷۵
- ۲-۴-۶ اتصال LCD از نوع گرافیکی و کاراکتری و صفحه لمسی ۷۶
- ۳-۴-۶ کانکتور JTAG ۷۹
- ۴-۴-۶ ارتباط USART ۷۹
- ۵-۴-۶ برقراری ارتباط با مازول بلوتوث از طریق USART ۸۰
- ۶-۴-۶ قابلیت استفاده از حافظه Micro SD ۸۱
- ۷-۴-۶ مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال ۸۲

۳-۳ معماری سیستم

- ۴-۳ نقشه حافظه ۵۰
- ۵-۳ حافظه SRAM داخلی ۵۲
- ۶-۳ حافظه Flash داخلی ۵۶
- ۱-۶-۳ برنامه‌ریزی و پاک کردن حافظه Flash ۵۶

فصل چهارم: واحد کنترل ریست و پالس ساعت

۵۸

- ۱-۴ مقدمه ۵۸
- ۲-۴ ریست ۵۸
- ۱-۲-۴ ریست سیستم ۵۸
- ۲-۲-۴ ریست توان ۵۹
- ۳-۲-۴ ریست حوزه پشتیبان‌گیری ۵۹
- ۳-۴ پالس ساعت ۶۰
- ۱-۳-۴ پالس ساعت HSE ۶۲
- ۲-۳-۴ پالس ساعت HSI ۶۴
- ۳-۳-۴ واحد PLL ۶۴
- ۴-۳-۴ پالس ساعت LSI ۶۴
- ۵-۳-۴ پالس ساعت LSE ۶۴
- ۶-۳-۴ انتخاب پالس ساعت سیستم ۶۵
- ۷-۳-۴ پالس ساعت RTC ۶۵
- ۸-۳-۴ پالس ساعت سگ نگهبان ۶۵
- ۹-۳-۴ قابلیت خروجی پالس ساعت ۶۵
- ۴-۴ نبات‌های واحد RCC ۶۶



- ۱-۵-۷ نحوه ایجاد یک پروژه و افزودن فایل های اصلی برنامه به آن..... ۱۰۰
- ۲-۵-۷ انجام تنظیمات لازم برای کامپایل کردن برنامه..... ۱۱۰
- ۳-۵-۷ کامپایل و پروگرام کردن برنامه..... ۱۲۱
- ۴-۵-۷ عملیات اشکال زدایی..... ۱۲۳

فصل هشتم: درگاه های ورودی و خروجی ۱۲۷

- ۱-۸ تعاریف و توضیحات اولیه..... ۱۲۷
- ۲-۸ حالت های مختلف پایه های ورودی و خروجی..... ۱۲۸
- ۱-۲-۸ حالت های ورودی..... ۱۲۹
- ۲-۲-۸ حالت های خروجی..... ۱۳۰
- ۳-۲-۸ حالت تابع های جایگزین..... ۱۳۰
- ۳-۸ سایر ویژگی های GPIO..... ۱۳۱
- ۱-۳-۸ فرکانس کار پایه های خروجی..... ۱۳۱
- ۲-۳-۸ حالت اولیه پایه ها بعد از ریست میکروکنترلر..... ۱۳۱
- ۳-۳-۸ قابلیت جریان دهی پایه ها..... ۱۳۲
- ۴-۳-۸ قابلیت تنظیم پایه ها..... ۱۳۲
- ۴-۸ پیاده سازی GPIO در نرم افزار..... ۱۳۲
- ۱-۴-۸ پیاده سازی GPIO با استفاده از ثبات..... ۱۳۲
- ۲-۴-۸ پیاده سازی GPIO با استفاده از توابع کتابخانه ای..... ۱۳۴
- ۵-۸ مثال های کاربردی..... ۱۳۸
- ۱-۵-۸ مثال یک: اعمال فرمان به خروجی..... ۱۳۹
- ۲-۵-۸ مثال دو: چراغ چشمک زن..... ۱۴۱
- ۳-۵-۸ مثال سه: دریافت از کلید ورودی..... ۱۴۳

- ۸-۴-۶ مبدل های دیجیتال به آنالوگ..... ۸۳
- ۹-۴-۶ استفاده از پایه های میکروکنترلر به عنوان ورودی و خروجی دیجیتال..... ۸۴
- ۱۰-۴-۶ اعمال وقفه خارجی به پایه های میکروکنترلر..... ۸۵
- ۱۱-۴-۶ کلید ریست و پایه های استفاده نشده از میکروکنترلر..... ۸۵

فصل هفتم: برنامه نویسی میکروکنترلرهای ARM و آموزش نرم افزار Keil uVision ۸۶

- ۱-۷ مقدمه..... ۸۶
- ۲-۷ روش های پروگرام کردن میکروکنترلرهای ARM..... ۸۶
- ۱-۲-۷ استفاده از واسط JTAG..... ۸۶
- ۲-۲-۷ استفاده از نرم افزارهای مختص تراشه..... ۸۶
- ۳-۷ کامپایلرهای ARM..... ۸۸
- ۴-۷ قسمت های تشکیل دهنده یک برنامه به زبان C..... ۸۸
- ۱-۴-۷ قرار دادن توضیحات در متن برنامه..... ۸۹
- ۲-۴-۷ افزودن فایل های هدر..... ۸۹
- ۳-۴-۷ تعریف ماکرو..... ۹۰
- ۴-۴-۷ تعریف ثوابت..... ۹۰
- ۵-۴-۷ تعریف متغیرها و انواع آن ها..... ۹۱
- ۶-۴-۷ اشاره گرها..... ۹۳
- ۷-۴-۷ عملگرها و عملوندها..... ۹۳
- ۸-۴-۷ ساختارهای شرطی و حلقه های تکرار..... ۹۶
- ۹-۴-۷ استفاده از زیربرنامه (تابع)..... ۹۹
- ۵-۷ معرفی نرم افزار Keil uVision..... ۹۹



- ۱۸۰-۲-۲-۱۱ محدوده مجاز ورودی ولتاژ.....
- ۱۸۱-۳-۲-۱۱ دقت اندازه‌گیری.....
- ۱۸۱-۴-۲-۱۱ قابلیت تعیین زمان نمونه‌گیری.....
- ۱۸۲-۵-۲-۱۱ قابلیت تبدیل تکی و دائمی.....
- ۱۸۲-۶-۲-۱۱ قابلیت وقوع یک رویداد در پایان هر تبدیل.....
- ۱۸۲-۷-۲-۱۱ قابلیت پوش کردن تمامی کانال‌ها.....
- ۱۸۳-۸-۲-۱۱ مقیاس‌گیری خودکار.....
- ۱۸۳-۹-۲-۱۱ راه‌انداز سخت‌افزاری شروع کار مبدل.....
- ۱۸۳-۳-۲-۱۱ پیاده‌سازی نرم‌افزاری.....
- ۱۸۳-۴-۱۱ خواندن ولتاژ یک مقاومت متغیر.....

۱۸۹

فصل دوازدهم: دسترسی مستقیم به حافظه

- ۱۸۹-۱-۱۲ دسترسی مستقیم به حافظه چیست؟.....
- ۱۹۰-۲-۱۲ قابلیت‌های DMA.....
- ۱۹۰-۱-۲-۱۲ دوازده کانال مستقل.....
- ۱۹۰-۲-۲-۱۲ ارتباط کانال و سخت‌افزار.....
- ۱۹۰-۳-۲-۱۲ اولویت دستیابی به حافظه.....
- ۱۹۱-۴-۲-۱۲ تعیین پهنای باند انتقال اطلاعات.....
- ۱۹۱-۵-۲-۱۲ انتقال به صورت دورانی.....
- ۱۹۱-۶-۲-۱۲ پرچم‌های وضعیت سه‌گانه.....
- ۱۹۱-۷-۲-۱۲ مبدأ و مقصد انتقال اطلاعات.....
- ۱۹۲-۸-۲-۱۲ تعداد قابل تنظیم انتقال داده.....
- ۱۹۲-۳-۱۲ پیاده‌سازی نرم‌افزاری.....

فصل نهم: آشنایی با نمایشگرهای LCD

- ۱۴۶-۴-۵-۸ مثال چهار: صفحه کلید ماتریسی.....
- ۱۵۰-۱-۹ LCD انواع.....
- ۱۵۰-۱-۱-۹ LCD کاراکتری.....
- ۱۵۱-۲-۱-۹ LCD گرافیکی.....
- ۱۵۷-۳-۱-۹ LCD رنگی.....
- ۱۶۴-فصل دهم: وقفه‌ها و رویدادها.....

۱۶۶

فصل دهم: وقفه چیست؟

- ۱۶۶-۱-۱-۱ وقفه چیست؟.....
- ۱۶۶-۲-۱-۱ انواع وقفه.....
- ۱۶۷-۱-۲-۱ وقفه.....
- ۱۶۷-۲-۲-۱ رویداد.....
- ۱۶۷-۳-۱-۱ وقفه در میکروکنترلر ARM.....
- ۱۶۸-۴-۱-۱ مراحل تنظیم یک وقفه در نرم‌افزار.....
- ۱۶۸-۵-۱-۱ مثال‌های کاربردی.....
- ۱۶۸-۱-۵-۱ مثال یک کرومومتر و چراغ.....
- ۱۷۰-۲-۵-۱ LED چشمک‌زن با فرکانس قابل تنظیم.....
- ۱۷۶-۳-۵-۱ حذف لرزش.....
- ۱۷۷-فصل یازدهم: مبدل آنالوگ به دیجیتال.....

۱۷۹

فصل یازدهم: مبدل آنالوگ به دیجیتال

- ۱۷۹-۱-۱-۱ تعریف مبدل آنالوگ به دیجیتال.....
- ۱۷۹-۲-۱-۱ ویژگی‌های مبدل آنالوگ به دیجیتال میکروکنترلر ARM.....
- ۱۷۹-۱-۲-۱-۱ تعداد کانال‌های ADC.....
- ۱۷۹-۳-۱-۱.....

۲۱۹ ۵-۲-۱۴ قابلیت تبدیل مستقل کانال‌ها

۲۲۰ ۶-۲-۱۴ راه‌انداز سخت‌افزاری شروع کار مبدل

۲۲۰ ۷-۲-۱۴ قابلیت تولید سیگنال نویز

۲۲۰ ۸-۲-۱۴ قابلیت تولید موج مثلثی

۲۲۰ ۹-۲-۱۴ قابلیت استفاده از DMA

۲۲۰ ۳-۱۴ پیاده‌سازی نرم‌افزاری

۲۲۰ ۱-۳-۱۴ تنظیم کردن مبدل DAC

۲۲۱ ۲-۳-۱۴ نحوه استفاده از DAC

فصل پانزدهم: زمان‌سنج‌ها

۲۲۹ ۱-۱۵ زمان‌سنج چیست و چه کاربردی دارد؟

۲۲۹ ۲-۱۵ قابلیت‌های تایمرها

۲۳۰ ۱-۲-۱۵ شمارنده ۱۶ بیتی

۲۳۰ ۲-۲-۱۵ سرعت شمارش

۲۳۰ ۳-۲-۱۵ کانال‌های تایمر

۲۳۱ ۴-۲-۱۵ مدار همگام‌ساز

۲۳۱ ۵-۲-۱۵ قابلیت استفاده از DMA

۲۳۲ ۶-۲-۱۵ تولید رویدادهای مختلف

۲۳۲ ۷-۲-۱۵ رمزگذاری

۲۳۲ ۸-۲-۱۵ حسگر هال

۲۳۳ ۳-۱۵ نحوه استفاده از تایمرها

۲۳۳ ۴-۱۵ پیاده‌سازی نرم‌افزاری

۱۹۲ ۴-۱۰ خوانش ولتاژ یک مقاومت متغیر و حسگر دمای داخلی

فصل سیزدهم: صفحات لمسی

۱۹۹ ۱-۱۲ صفحه لمسی چیست؟

۱۹۹ ۲-۱۳ تاریخچه

۲۰۰ ۳-۱۳ انواع فناوری صفحات لمسی

۲۰۰ ۱-۳-۱۲ مقاومتی

۲۰۰ ۲-۳-۱۲ خازنی

۲۰۱ ۴-۱۳ ساختار صفحه لمسی مقاومتی

۲۰۲ ۵-۱۳ نحوه تشخیص موقعیت مکان لمسی شده

۲۰۴ ۶-۱۳ کالیبراسیون مختصات صفحه

۲۰۵ ۷-۱۳ پیاده‌سازی بر روی نرم‌افزار

۲۰۶ ۱-۷-۱۳ تنظیم کردن مبدل ADC

۲۰۸ ۲-۷-۱۳ خواندن ولتاژهای سطر و ستون

۲۰۹ ۳-۷-۱۳ تعیین مکان لمسی شده با استفاده از ولتاژها

فصل چهاردهم: مبدل دیجیتال به آنالوگ

۲۱۸ ۱-۱۴ تعریف مبدل دیجیتال به آنالوگ

۲۱۸ ۲-۱۴ ویژگی‌های مبدل دیجیتال به آنالوگ میکروکنترلر ARM

۲۱۸ ۱-۲-۱۴ تعداد کانال‌های DAC

۲۱۸ ۲-۲-۱۴ محدوده خروجی ولتاژ

۲۱۹ ۳-۲-۱۴ قابلیت به رزورسانی خودکار

۲۱۹ ۴-۲-۱۴ دقت تولید سیگنال آنالوگ

فصل هجدهم: ارتباط USART

- ۲۵۷ ۱-۱۸ انواع اصلی ارتباط داده.....
- ۲۵۷ ۱-۱-۱۸ ارتباط سریال.....
- ۲۵۸ ۲-۱-۱۸ ارتباط موازی.....
- ۲۵۸ ۲-۱۸ ارتباط USART.....
- ۲۵۹ ۳-۱۸ تعریف چند اصطلاح و مفهوم در ارتباط سریال.....
- ۲۵۹ ۱-۳-۱۸ پورت.....
- ۲۵۹ ۲-۳-۱۸ NRZ.....
- ۲۵۹ ۳-۳-۱۸ نرخ داده.....
- ۲۶۰ ۴-۳-۱۸ بیت شروع.....
- ۲۶۰ ۵-۳-۱۸ طول داده.....
- ۲۶۰ ۶-۳-۱۸ بیت توقف.....
- ۲۶۰ ۷-۳-۱۸ بیت توازن.....
- ۲۶۰ ۸-۳-۱۸ ارتباط دو طرفه.....
- ۲۶۰ ۹-۳-۱۸ ارتباط UART.....
- ۲۶۱ ۱۰-۳-۱۸ USART.....
- ۲۶۱ ۴-۱۸ قابلیت‌های میکروکنترلر ARM در ارتباط USART.....
- ۲۶۲ ۵-۱۸ پیاده‌سازی سخت‌افزاری UART با RS232.....
- ۲۶۳ ۶-۱۸ پیاده‌سازی نرم‌افزاری.....
- ۲۶۴ ۱-۶-۱۸ تنظیمات نرم‌افزار میکروکنترلر.....
- ۲۶۵ ۲-۶-۱۸ تنظیمات نرم‌افزاری دستگاه با میکروکنترلر دیگر.....
- ۲۶۷ ۳-۶-۱۸ معرفی نرم‌افزار Hyper Terminal.....

فصل شانزدهم: ساعت زمان حقیقی

- ۲۴۱ ۱-۱۶ ساعت زمان حقیقی چیست؟.....
- ۲۴۱ ۲-۱۶ قابلیت‌های RTC.....
- ۲۴۱ ۱-۳-۱۶ قابلیت نگهداری زمان در حالت آماده به کار.....
- ۲۴۲ ۲-۳-۱۶ حفظ زمان بعد از ریست.....
- ۲۴۲ ۳-۳-۱۶ تبدیل اسیل شماره‌ده تایمر به زمان.....
- ۲۴۲ ۴-۳-۱۶ نیت ۳۲ بیتی.....
- ۲۴۲ ۵-۳-۱۶ امکان راه‌اندازی با سه منبع پالس ساعت مختلف.....
- ۲۴۴ ۶-۳-۱۶ تولید رویدادهای مختلف.....
- ۲۴۴ ۳-۱۶ پیاده‌سازی نرم‌افزاری.....

فصل هفدهم: زمان سنج سک نگهدارنده

- ۲۵۱ ۱-۱۷ سک نگهدارنده چیست؟.....
- ۲۵۱ ۲-۱۷ نحوه کارکرد WDG.....
- ۲۵۲ ۳-۱۷ قابلیت‌های WDG.....
- ۲۵۲ ۱-۳-۱۷ شماره‌ده گاهنده.....
- ۲۵۲ ۲-۳-۱۷ منبع پالس ساعت مستقل.....
- ۲۵۲ ۳-۳-۱۷ ریست نمودن میکروکنترلر پس از صفر شدن شماره‌ده.....
- ۲۵۲ ۴-۳-۱۷ قابلیت مقداردهی بلادرنگ به شماره‌ده.....
- ۲۵۲ ۵-۳-۱۷ تنظیم دلخواه فرکانس تایمر IWDG.....
- ۲۵۳ ۶-۳-۱۷ امکان تشخیص وقوع ریست توسط تایمر IWDG.....
- ۲۵۳ ۴-۱۷ پیاده‌سازی نرم‌افزاری.....

۳۰۴ ۲-۲۰ همه چیز درباره کارت حافظه SD

۳۰۴ ۱-۲-۲۰ تاریخچه

۳۰۴ ۲-۲-۲۰ مزیت نسبت به MMC

۳۰۴ ۳-۲-۲۰ خانواده‌های SD

۳۰۵ ۴-۲-۲۰ ابعاد

۳۰۶ ۵-۲-۲۰ سرعت حافظه‌ها

۳۰۸ ۶-۲-۲۰ ویژگی‌های سخت‌افزاری

۳۰۹ ۳-۲۰ ارتباط سخت‌افزاری کارت حافظه میکرو

۳۱۰ ۴-۲۰ ارتباط سخت‌افزاری میکروکنترلر ARM

۳۱۱ ۵-۲۰ معرفی کتابخانه ارتباط SDIO

۳۱۱ ۱-۵-۲۰ تنظیمات اولیه

۳۱۳ ۲-۵-۲۰ نحوه نوشتن در کارت حافظه

۳۱۵ ۳-۵-۲۰ خواندن از کارت حافظه

۳۱۵ ۴-۵-۲۰ تابع وقفه

پیوست الف: نحوه خریداری برد آموزشی

پیوست ب: محتویات لوح فشرده

فهرست منابع

۳۱۹

۳۲۰

۳۲۱

۲۷۶ ۷-۱۸ مثال‌های کاربردی

۲۷۷ ۱-۷-۱۸ ارسال زمان حقیقی میکروکنترلر به رایانه

۲۸۰ ۲-۷-۱۸ دریافت کاراکتر از رایانه و نمایش بر روی LCD

۲۸۳ ۳-۷-۱۸ ارتباط دوطرفه بین میکروکنترلر و رایانه

فصل نوزدهم: ماژول بلوتوث

۲۸۷ ۱-۱۹ بلوتوث چیست؟

۲۸۷ ۱-۱-۱۹ تاریخچه

۲۸۸ ۲-۱-۱۹ نماد بلوتوث

۲۸۸ ۳-۱-۱۹ مزایا و مشخصات فنی

۲۹۰ ۴-۱-۱۹ تکنولوژی امن

۲۹۱ ۵-۱-۱۹ کاربردها

۲۹۱ ۲-۱۹ ماژول HC-05

۲۹۱ ۱-۲-۱۹ معرفی ماژول

۲۹۲ ۲-۲-۱۹ شمای فنی و پایه‌ها

۲۹۴ ۳-۲-۱۹ حالت‌های کاری

۲۹۴ ۴-۲-۱۹ حالت عملکردی ماژول

۲۹۴ ۵-۲-۱۹ تفاوت ماژول بلوتوث HC-05 و HC-06

۲۹۵ ۳-۱۹ تنظیمات سخت‌افزاری ماژول بلوتوث

۲۹۵ ۴-۱۹ معرفی نرم‌افزار

فصل بیستم: ارتباط SDIO

۳۰۳

۳۰۳ ۱-۲۰ ارتباط SD چیست؟