

السلامة



جمع کامل

میکروکنترلرهای

(سری AT91)



حاوی:

مشمول بر مثال‌های عملی از جمله:

- ✓ راه‌اندازی نمایشگر تمام رنگی
- ✓ راه‌اندازی نمایشگر گرافیکی با فونت فارسی
- ✓ راه‌اندازی حافظه‌های EEPROM
- ✓ راه‌اندازی ماژول‌های HMTR (فرستنده، گیرنده رادیویی)
- و چندین پروژه عملی دیگر
- ✓ بیش از صد مثال و نکته آموزشی
- ✓ کتب‌های ویدیویی از مراحل شبیه‌سازی مثال‌ها
- ✓ شرح خط به خط مثال‌های فصول مختلف
- ✓ شرح کامل نرم‌افزارهای مورد استفاده در کتاب

محمد شکر

بهزاد سلطان‌نیا



سرشناسه : شکری، محمد، ۱۳۶۵ -
 عنوان و نام پدیدآور : مرجع کامل میکروکنترلرهای ARM سری ۹۱AT / محمد شکری، بهزاد
 سلطانیان همت.
 مشخصات نشر : تهران : قدیس، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۶۷۹ص: مصور.
 شابک : 978-600-6450-25-4 : ۲۰۰۰۰ تومان
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 موضوع : سیستم‌های کامپیوتری درونه‌ای
 موضوع : پردازنده‌ها
 شناسه افزوده : سلطانیان همت، بهزاد، ۱۳۶۷ -
 رده بندی کنگره : TK ۷۸۹۵ / س ۹ ش ۷۴ ۱۳۹۱
 رده بندی دیویی : ۴/۶۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۹۹۷۵۶۷



انتشارات قدیس

مرجع کامل میکروکنترلرهای ARM (سری 91AT)

مؤلفان: محمد شکری - بهزاد سلطانیان همت

ناشر: قدیس

صفحه آرایشی: کیانقش (حسینی لر)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رادین

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۵۰-۲۵-۴

حق چاپ محفوظ و منحصرأ مخصوص ناشر است

مرکز پخش:

تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، پایین تر از وحید نظری، نبش بن بست حقیقت، پلاک ۴ واحد ۵

تلفن: ۶۶۴۱۱۳۸۱-۶۶۴۰۳۵۴۸

۰۹۱۲۲۸۵۲۹۰۲ - ۰۹۱۲۲۷۰۴۸۳۷ - ۰۹۱۲۲۱۶۸۳۴۴ - ۰۹۱۹۵۵۰۷۱۲۵

مقدمه

امروزه با پیشرفت روز افزون تجهیزات و الکترونیکی شدن آنها، بکارگیری سیستم‌های یکپارچه رونق بسیاری یافته است، به طوری که در اکثر دستگاه‌های تولید شده با تکنولوژی روز از جمله تلفن‌های همراه، GPS، سیستم‌های ناوبری هوایی و دریایی، وسایل آزمایشگاهی بسیار دقیق و ... استفاده می‌شوند.

در این بین میکروکنترلرهای ARM با قدرت پردازش ۳۲ بیت و سرعت بین چند ده تا چند صد مگاهرتز، بسیاری از مشکلات میکروکنترلرهای پیشین از جمله سرعت پایین، مصرف بالای توان و ... را مرتفع ساخته و باعث شده بسیاری از تولید کنندگان محصولات الکترونیکی به استفاده از این قطعه به عنوان یک پردازنده مرکزی مناسب روی بیاورند.

اما متأسفانه به علت عدم وجود منبع فارسی مناسب، جامع و کاربردی در باب این قطعه شگفتی‌ساز، دانشجویان و محققین با مشکلات بسیاری روبرو می‌شوند. از این‌رو، بر خود لازم دانستیم در این عرصه گامی برداشته و سهم کوچکی در تعالی این علم جهان شمول داشته باشیم.

در کتابی که پیش روی شما عزیزان قرار گرفته است سعی بر این بوده مطالب به صورت دسته‌بندی شده، با رعایت سلسله مراتب و در حد امکان ساده و روان مطرح شوند. از مثال‌های فراوان (بیش از صد مثال) همراه با شرح خط به خط دستورات و نیز کلیپ‌های ویدیویی از مراحل شبیه‌سازی هر کدام از آنها، برای فهم بهتر استفاده شده است.

در تمامی فصول کاربردی هدرهایی بسیار کامل که توسط نگارنده کتاب نگاشته شده‌اند، در نظر گرفته شده که ارتباط با آن قسمت از میکروکنترلر را بسیار سریع و ساده می‌نماید و البته احتمال خطا در برنامه‌نویسی را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد.

برای کاربردی بودن مطالب و آشنایی با ویژگی‌های منحصر به فرد میکروکنترلرهای سری AT91 (محصول کمپانی ATMEL) در پایان کتاب، علاوه بر معرفی قطعاتی در فصل هفتم و راه‌اندازی نمایشگر (LCD) گرافیکی همراه با فونت فارسی و راه‌اندازی نمایشگر تمام رنگی در فصل بیست و یکم، هفت پروژه‌ی دیگر که همه و همه از قابلیت‌های این قطعه الکترونیکی پرده بر می‌دارند، نیز آورده شده است.

محیط برنامه‌نویسی مورد نظر در این کتاب، محیط برنامه نویسی نرم‌افزار KEIL است که به جرات می‌توان گفت قوی‌ترین کامپایلر در بین کامپایلرهای موجود برای میکروکنترلرهای ARM می‌باشد.

در انتهای کتاب نیز چند ضمیمه آورده شده است که برای آشنایی هر چه بیشتر با میکروکنترلرهای AT91SAM7X که نماینده‌ی سری AT91 می‌باشند، کمک شایانی به خوانندگان می‌کند.

برای مطالعه این کتاب و آشنایی با میکروکنترلر هدف باید فصول سه تا هفت به صورت سلسه مراتب و به ترتیبی که در کتاب آمده مورد توجه قرار گیرند، بدین معنی که هر یک از این فصول پیش نیاز یکدیگر می‌باشند. پس از مطالعه این فصل‌ها خواننده می‌تواند هر فصل دلخواه از این کتاب را مطالعه نموده و از مطالب آن بهره‌مند شود. البته در فصل‌های نه تا شانزده مثالی مربوط به کنترلر وقفه و در فصل‌های مربوط به واسطه‌های ارتباطی (SPI, USART و SSC) مثالی از کنترلر DMA در نظر گرفته شده است که برای درک بهتر این مثال‌ها خواننده باید فصل هشتم (AIC) و فصل دوازدهم (PDC) را از قبل مطالعه کرده باشد، ولیکن آشنایی با این دو فصل برای راه‌اندازی فصول مذکور لازم نمی‌باشد.

سورس تمامی مثال‌ها، پروژه‌ها و هدرهای معرفی و استفاده شده در فصول مختلف به همراه کلیپ‌های ویدیویی، نرم‌افزارهای مورد استفاده و نیز مطالب مفید دیگری شامل مجموعه‌ای از دیتاشیت‌ها، پاورپوینت و ... در CD همراه کتاب موجود می‌باشد.

با تمامی تلاشی که برای هر چه کمتر نمودن ایرادات کتاب صورت گرفته است، چنانچه شما خوانندگان عزیز به موردی برخورد نمودید که به اصلاح یا توضیح بیشتر نیاز داشت، می‌توانید آن را با آدرس پست الکترونیکی arm_at91@yahoo.com با اینجانب در میان بگذارید.

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از جناب آقای مهندس محسن فصیحی که در تمام مراحل نگارش این کتاب مشوق و حامی ما بودند و نیز جناب آقای باوند سوادکوهی مدیریت محترم انتشارات قدیس که تمامی امور فنی و چاپ کتاب را برعهده داشته‌اند، تشکر نماییم.

محمد شکر

بزرادسلطانیان هست

فصل اول / معرفی میکروکنترلرهای ARM

۲۲	بررسی اجمالی
۲۲	۱- میکروپروسور و میکروکنترلر
۲۳	۲- زمینه‌های کاربرد میکروکنترلر
۲۳	۳- معماری‌های CISC و RISC
۲۴	۴- اجزای اصلی تشکیل‌دهنده میکروکنترلرها
۲۴	حافظه‌ها
۲۴	۵- بخش‌ها و ادوات ارتباطی
۲۵	۶- انواع میکروکنترلرها
۲۵	۷- تاریخچه‌ی پردازنده‌های ARM
۲۵	۸- معماری پایپ لاین
۲۶	۹- گروه‌های مختلف میکروکنترلر ARM محصول کمپانی اتمل
۲۶	۹-۱ ARM7 (دارای پردازنده‌ی ARM7TDMI)
۲۷	تایمر / کانتر
۲۷	PWM
۲۷	ADC
۲۷	۹-۲ ARM9 (ARM926EJ-S)
۲۸	۱۰- میکروکنترلرهای مبتنی براساس هسته ARM محصول کمپانی اتمل
۲۸	الف) میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده ARM7TDMI
۳۱	ب) میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده Cortex - M3
۳۳	ج) میکروکنترلرهای مبتنی بر پردازنده‌ی ARM926EJ-S
۳۵	۱۱- میکروکنترلرهای شرکت فیلیپس
۳۵	الف) LPC2xxx
۳۷	ب) LH7
۳۸	خانواده‌های دارای پردازنده ARM9
۳۸	الف) LPC3000

۳۹	 LH7A (ب)
۳۹	 LPC2900 (ج)

فصل دوم / پردازنده ARM7TDMI

۴۲	 ۱- حالت‌های عملیاتی پردازنده ARM7TDMI
۴۳	 ۲- ثبات‌های پردازنده ARM7TDMI
۴۴	 ۲-۱ ثبات‌های وضعیت
۴۵	 ۳- مجموعه دستورات ARM
۴۶	 ۳-۱ مجموعه دستورات حالت ARM
۴۹	 ۴- دستورات مفقود در حالت ARM
۴۹	 نحوه شبیه‌سازی دستورات مفقود
۵۰	 ۴-۱ دستورات شیفت
۵۵	 ۵- مجموعه دستورات Thumb

فصل سوم / نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار KEIL

۵۸	 ۱- نصب کامپایلر KEIL
۶۲	 ۲- ایجاد پروژه در KEIL
۶۶	 ۳- اجرای برنامه KEIL
۶۷	 ۴- برنامه‌ریزی میکروکنترلر

فصل چهارم / CKGR (مولد کلاک)

۷۴	 مقدمه
۷۴	 ۱- بررسی اجمالی
۷۵	 ۲- اسپلاتور RC داخلی
۷۵	 ۳- اسپلاتور اصلی
۷۶	 ۳-۱ اتصالات اسپلاتور اصلی
۷۶	 ۳-۲ زمان راه‌اندازی کریستال اصلی
۷۶	 ۳-۳ کنترل اسپلاتور اصلی
۷۷	 ۳-۲ برنامه‌ریزی واحد PLL و تقسیم‌کننده
۷۷	 ۳-۴ شمارنده فرکانس اصلی
۷۸	 ۳-۵ بای پس اسپلاتور اصلی
۷۸	 ۴- تقسیم‌کننده و واحد PLL
۷۸	 ۴-۱ فیلتر PLL

فصل پنجم / کنترلر مدیریت توان (PMC)

۸۲	۱- شرح کنترلر مدیریت توان
۸۳	۲- کنترلر کلاک ارشد MCK
۸۴	۳- کنترلر کلاک پردازنده
۸۴	۴- کنترلر کلاک USB
۸۵	۵- کنترلر کلاک دستگاه‌های جانبی
۸۵	۶- کنترلر کلاک قابل برنامه‌ریزی
۸۶	۷- ترتیب برنامه‌ریزی کلاک کل سیستم
۸۶	۷-۱ فعال کردن اسلاتور اصلی
۸۷	۷-۲ بررسی کردن فرکانس اسلاتور اصلی (اختیاری)
۸۷	۷-۳ تنظیم PLL و تقسیم کننده
۸۸	۷-۴ انتخاب کلاک ارشد و کلاک پردازنده
۸۹	۷-۵ انتخاب کلاک‌های قابل برنامه‌ریزی
۹۰	۷-۶ کلاک دستگاه‌های جانبی
۹۰	۸- جزئیات سوئیچ کلاک
۹۰	۸-۱ تنظیم زمان سوئیچ کردن کلاک ارشد
۹۱	۸-۲ شکل موج‌های سوئیچ کلاک
۹۳	۹- اعمال تنظیمات PMC در جادوگر KEIL
۹۶	۱۰- واسط کاربری کنترلر مدیریت توان

فصل ششم / Parallel Input/Output Controller (PIO)

۱۱۰	مقدمه
۱۱۰	بررسی اجمالی
۱۱۱	۱- شرح کاربرد واحد PIO
۱۱۲	۲- وابستگی‌های واحد PIO
۱۱۲	۲-۱ مالتی پلکس پایه‌ها
۱۱۲	۲-۲ خطوط وقفه خارجی
۱۱۲	۲-۳ مدیریت توان
۱۱۲	۲-۴ تولید وقفه
۱۱۳	۳- کنترل مقاومت Pull up
۱۱۴	۴- انتخاب خط I/O یا وظیفه جانبی
۱۱۶	جدول ۶-۱ جدول نشان دهنده وظایف جانبی خطوط I/O پورت A
۱۱۷	جدول ۶-۲ جدول نشان دهنده وظایف جانبی خطوط I/O پورت B
۱۱۷	۵- کنترل خطوط خروجی
۱۱۹	۶- کنترل پایه‌های ورودی
۱۲۰	۷- کنترل ویژگی Multi Drive (Open Drain)

۱۲۰	۸- فیلتر ورودی
۱۲۱	۹- وقفه تغییر سطح ورودی
۱۲۲	۱۰- واسط کاربری واحد PIO
۱۲۳	جدول ۳-۶ نقشه ثبات‌ها
۱۳۶	۱۱- معرفی هدر AT91SAM7X256
۱۳۶	۱۲- هدر lib_AT91SAM7X256
۱۳۸	۱۳- هدر PIO
۱۴۲	۱۴- هدر Delay

فصل هفتم / LCD، کی‌پد، کی‌برد و 7Segment

۱۵۶	۱- LCD کاراکتری
۱۵۷	۲- توابع نمایشگر کاراکتری
۱۶۰	۳- کی‌پد ۴×۴
۱۶۱	کی‌برد مجازی توسط صفحه کلید ۴×۴
۱۶۳	۵- 7segment

فصل هشتم / کنترلر پیشرفته وقفه (AIC)

۱۶۶	مقدمه
۱۶۶	نگاه کلی به واحد AIC
۱۶۸	۱- وابستگی‌های محصول
۱۶۸	۱-۱ خطوط ورودی / خروجی
۱۶۹	۱-۲ مدیریت توان مصرفی
۱۶۹	۱-۳ منابع وقفه
۱۷۰	۲- کنترل منابع وقفه
۱۷۰	۲-۱ حالت منبع وقفه
۱۷۲	۲-۲ فعال‌سازی منبع وقفه
۱۷۴	۲-۳ پاک یا تنظیم کردن وقفه
۱۷۴	۱-۲ وضعیت وقفه
۱۷۵	۳- دور عکس‌العمل یا تأخیر وقفه
۱۷۷	۴- وقفه‌های نرمال
۱۷۷	۴-۱ کنترل‌کننده اولویت
۱۷۸	۴-۲ وقفه‌های تودرتو
۱۷۹	۴-۳ بردار وقفه
۱۸۲	۴-۴ روتین‌های وقفه
۱۸۵	۵- وقفه سریع
۱۸۵	۵-۱ منبع وقفه سریع

۱۸۵.....	۵-۲ کنترل وقفه سریع
۱۸۶.....	۵-۳ بردار وقفه سریع
۱۸۷.....	۵-۴ روتین وقفه سریع
۱۸۸.....	۵-۵ ویژگی Fast Forcing
۱۹۰.....	۶- مد حفاظت
۱۹۱.....	۷- وقفه‌ی جعلی
۱۹۱.....	۸- ماسک وقفه عمومی
۱۹۲.....	۹- واسط کاربری واحد AIC
۱۹۲.....	۹-۱ آدرس پایه
۲۰۲.....	۱۰- هدر مخصوص واحد AIC

فصل نهم / تایمر کانتر (TC)

۲۱۶.....	بررسی اجمالی
۲۱۷.....	۱- نمودار بلوکی واحد تایمر / کانتر
۲۱۸.....	۲- پایه‌های مربوط به واحد تایمر / کانتر
۲۱۹.....	۳- وابستگی واحد تایمر / کانتر
۲۱۹.....	۳-۱ خطوط ورودی / خروجی
۲۱۹.....	۳-۲ مدیریت توان مصرفی
۲۱۹.....	۳-۳ وقفه
۲۲۰.....	۴- کانتر شانزده بیتی
۲۲۰.....	۵- انتخاب کلاک
۲۲۳.....	۶- کنترل کلاک
۲۲۴.....	۷- حالت‌های عملیاتی واحد تایمر / کانتر
۲۲۴.....	۸- تریگر
۲۲۵.....	۹- حالت عملیاتی Capture
۲۲۷.....	۱۰- ثبات‌های A و B در حالت Capture
۲۲۷.....	۱۱- شرایط تریگر
۲۲۸.....	۱۲- حالت عملیاتی Waveform
۲۳۰.....	۱۳- انتخاب حالات متفاوت Waveform
۲۳۶.....	۱۴- رویداد خارجی و شرایط تریگر
۲۳۶.....	۱۵- کنترل کننده خروجی در حالت Waveform
۲۳۷.....	۱۶- واسط کاربری واحد تایمر / کانتر
۲۳۷.....	جدول ۹-۶ نقشه ثبات‌ها
۲۵۵.....	۱۷- هدر AT91SAM7X256
۲۵۶.....	۱۸- هدر مخصوص واحد تایمر / کانتر

فصل دهم / کنترلر مدولاسیون عرض پالس (PWM)

۲۷۲	مقدمه
۲۷۲	بررسی اجمالی
۲۷۳	۱- شرح خطوط واحد PWM
۲۷۴	۲- پایه‌های مربوط به واحد PWM
۲۷۴	۳- وابستگی‌های واحد PWM
۲۷۴	۳-۱ خطوط ورودی / خروجی
۲۷۵	۳-۲ مدیریت توان مصرفی
۲۷۵	۳-۳ منابع وقفه
۲۷۵	۴- شرح وظایف واحد PWM
۲۷۵	۵- مولد کلاک PWM
۲۷۷	۶- کانال‌های PWM
۲۷۷	۷- تنظیمات شکل موج خروجی عبارتند از:
۲۸۱	۸- کنترلر واحد PWM
۲۸۱	۸-۱ تنظیمات اولیه کانال
۲۸۲	۸-۲ معیار انتخاب منبع کلاک
۲۸۳	۸-۳ تغییر دوره تناوب یا چرخه کار
۲۸۴	۸-۴ وقفه‌ها
۲۸۵	۹- واسط کاربری واحد PWM
۲۹۳	۱۰- هدر AT91SAM7X256
۲۹۳	۱۱- هدر مخصوص واحد PWM

فصل یازدهم / مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)

۳۰۸	بررسی اجمالی
۳۰۹	۱- شرح پایه‌های واحد ADC
۳۰۹	۲- وابستگی‌های واحد ADC
۳۰۹	۲-۱ مدیریت توان
۳۰۹	۲-۲ منابع وقفه
۳۱۰	۲-۳ ورودی‌های آنالوگ
۳۱۰	۲-۴ خطوط ورودی / خروجی
۳۱۰	۵- تریگرهای تایمر
۳۱۰	۳- تبدیل آنالوگ به دیجیتال
۳۱۱	۴- دقت تبدیل
۳۱۱	۵- نتایج تبدیل
۳۱۳	۶- تریگرهای تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال
۳۱۴	۷- زمان‌بندی واحد ADC

۳۱۴.....	۸- واسط کاربری واحد ADC.....
۳۲۴.....	۹- هدر AT91SAM7x256.....
۳۲۴.....	۱۰- هدر مخصوص واحد ADC.....

فصل دوازدهم / PDC (کنترلر DMA)

۳۳۶.....	بررسی اجمالی.....
۳۳۸.....	۱- تنظیمات واحد PDC.....
۳۳۹.....	۲- اشاره گرهای حافظه.....
۳۳۹.....	۳- شمارنده های انتقال.....
۳۴۰.....	۴- انتقال اطلاعات.....
۳۴۱.....	۵- اولویت درخواست های انتقال واحد PDC.....
۳۴۱.....	۶- رابط کاربری واحد PDC.....

فصل سیزدهم / Serial Peripheral Interface (SPI)

۳۴۸.....	بررسی اجمالی.....
۳۴۹.....	۱- نمودارهای بلوکی.....
۳۵۰.....	۲- شرح سیگنال های واحد SPI.....
۳۵۰.....	۳- وابستگی های واحد SPI.....
۳۵۰.....	۳-۱ خطوط ورودی / خروجی.....
۳۵۱.....	۳-۲ مدیریت توان.....
۳۵۱.....	۳-۳ وقفه.....
۳۵۱.....	۴- حالات عملیات.....
۳۵۱.....	۵- انتقال اطلاعات.....
۳۵۳.....	۶- نحوه عملکرد Master.....
۳۵۷.....	۷- تولید کلاک.....
۳۵۷.....	۸- تاخیرهای انتقال اطلاعات.....
۳۵۸.....	۹- انتخاب دستگاه های جانبی.....
۳۵۹.....	۱۰- رمزگشایی مسیرهای انتخاب Slave.....
۳۶۰.....	۱۱- قطع ارتباط با دستگاه های جانبی.....
۳۶۱.....	۱۲- حالت تشخیص خطا.....
۳۶۱.....	۱۳- حالت Slave.....
۳۶۲.....	۱۴- واسط کاربری واحد SPI.....
۳۷۹.....	۱۵- هدر AT91SAM7X256.....
۳۷۹.....	۱۶- هدر مخصوص واحد SPI.....

فصل چهاردهم / Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transceiver (USART)

۴۰۲	بررسی اجمالی
۴۰۳	۱- نمودارهای بلوکی واحد USART
۴۰۴	۲- شرح خطوط واحد USART
۴۰۴	۳- وابستگی‌های واحد USART
۴۰۴	۳-۱ خطوط ورودی/خروجی
۴۰۵	۳-۲ مدیریت توان
۴۰۵	۳-۳ منابع وقفه
۴۰۵	۴- حالت‌های کاری
۴۰۶	۵- مولد نرخ انتقال
۴۰۷	۵-۱ نرخ انتقال در حالت غیر همزمان
۴۰۷	۵-۲ مثالی از محاسبه نرخ انتقال
۴۰۸	۵-۳ نرخ انتقال کسری در حالت غیر همزمان (اسنکرون)
۴۰۹	۵-۴ نرخ انتقال در حالت همزمان (سنکرون)
۴۱۰	۵-۵ نرخ انتقال اطلاعات در حالت ISO7816
۴۱۲	۶- کنترل فرستنده و گیرنده
۴۱۲	۷ حالت همزمان و غیرهمزمان
۴۱۲	۷-۱ نحوه کار با فرستنده
۴۱۳	۷-۲ گیرنده غیرهمزمان (اسنکرون)
۴۱۵	۷-۳ گیرنده همزمان (سنکرون)
۴۱۶	۷-۴ عملیات سمت گیرنده
۴۱۶	۷-۵ بیت توازن
۴۱۸	۷-۶ حالت Multidrop
۴۱۹	۷-۷ نگهبان زمان فرستنده
۴۲۰	۷-۸ Time-out گیرنده
۴۲۲	۷-۹ خطا در قالب اطلاعات دریافتی
۴۲۳	۷-۱۰ قطع ارسال اطلاعات
۴۲۵	۷-۱۱ قطع دریافت اطلاعات
۴۲۵	۷-۱۲ سخت افزار دست دادن
۴۲۷	۸- حالت ISO7816
۴۲۷	۸-۱ بررسی اجمالی حالت ISO7816
۴۲۸	۸-۲ پروتکل T=0
۴۲۹	۸-۳ شمارنده خطای دریافت اطلاعات
۴۲۹	۸-۴ جلوگیری از خطای NACK در دریافت اطلاعات
۴۲۹	۸-۵ تکرار ارسال اطلاعات
۴۳۰	۸-۶ غیرفعال نمودن دریافت پی در پی NACK
۴۳۰	۸-۷ پروتکل T=1

۴۲۰.....	۹- حالت مادون قرمز
۴۳۱.....	۹-۱ تلفیق کننده مادون قرمز
۴۳۲.....	۹-۲ نرخ انتقال اطلاعات در حالت مادون قرمز
۴۳۳.....	۹-۳ تفکیک کننده مادون قرمز
۴۳۳.....	۱۰- RS485 حالت
۴۳۵.....	۱۱- حالت مودم
۴۳۶.....	۱۲- حالت تست
۴۳۶.....	۱۲-۱ حالت نرمال
۴۳۶.....	۱۲-۲ حالت ارسال اطلاعات دریافتی به طور خودکار (اگر اطلاعات)
۴۳۷.....	۱۲-۳ حالت حلقه بازگشتی داخلی
۴۳۷.....	۱۲-۴ حالت حلقه بازگشتی خارجی
۴۳۸.....	۱۳- واسط کاربری واحد USART
۴۶۰.....	۱۴- هدر AT91SAM7X256
۴۶۱.....	۱۵- هدر مخصوص واحد USART

فصل پانزدهم / Synchronous Serial Controller (SSC)

۴۸۰.....	بررسی اجمالی
۴۸۳.....	۱- خطوط ورودی و خروجی واحد SSC
۴۸۳.....	۲- وابستگی های محصول
۴۸۳.....	۲-۱ خطوط ورودی و خروجی
۴۸۳.....	۲-۲ مدیریت توان
۴۸۳.....	۲-۳ وقفه
۴۸۴.....	۳- توصیف واحد SSC
۴۸۵.....	۴- مدیریت کلاک
۴۸۶.....	۴-۱ تقسیم کننده کلاک
۴۸۷.....	۴-۲ مدیریت کلاک فرستنده
۴۸۸.....	۴-۳ مدیریت کلاک گیرنده
۴۸۹.....	۴-۴ نسبت کلاک سریال ورودی
۴۸۹.....	۵- عملکرد فرستنده
۴۹۱.....	۶- عملکرد گیرنده
۴۹۳.....	۷- رویداد شروع
۴۹۴.....	۸- همزمان سازی فریم
۴۹۴.....	۸-۱ اطلاعات همزمان ساز فریم
۴۹۵.....	۸-۲ آشکارسازی لبه همزمان ساز فریم
۴۹۵.....	۹- دریافت با الگوی مقایسه
۴۹۶.....	۱۰- فرمت اطلاعات
۴۹۸.....	۱۱- حالت حلقه

۴۹۹.....	۱۲- وقفه‌ها
۵۰۰.....	۱۳- واسط کاربری واحد SSC
۵۲۲.....	۱۴- هدر AT91SAM7X256
۵۲۲.....	۱۵- هدر مخصوص واحد SSC

فصل شانزدهم / Two-wire Interface (TWI)

۵۳۴.....	بررسی اجمالی
۵۳۶.....	۱- شرح خطوط واحد TWI
۵۳۶.....	۲- وابستگی های واحد TWI
۵۳۶.....	۲-۱ خطوط ورودی/خروجی
۵۳۶.....	۲-۲ مدیریت توان
۵۳۶.....	۲-۳ وقفه
۵۳۷.....	۳- فرمت انتقال
۵۳۷.....	۴- حالت فرستنده Master
۵۳۹.....	۵- حالت گیرنده Master
۵۴۰.....	۶- آدرس داخلی
۵۴۰.....	۶-۱ آدرس دهی هفت بیتی Slave
۵۴۲.....	۶-۲ آدرس دهی ده بیتی Slave
۵۴۳.....	۷- فلوجارت های خواندن و نوشتن
۵۴۹.....	۸- واسط کاربری واحد TWI
۵۵۷.....	۹- هدر AT91SAM7X256
۵۵۷.....	۱۰- هدر مخصوص واحد TWI

فصل هفدهم / واحد کنترل ریست (RSTC)

۵۷۴.....	بررسی اجمالی
۵۷۴.....	۱- نمودار بلوکی واحد کنترلر ریست
۵۷۵.....	۲- بررسی اجمالی واحد کنترلر ریست
۵۷۵.....	۳- ریست هنگام اتصال به منبع تغذیه (Power-up Reset)
۵۷۶.....	۴- ریست توسط پایه NRST (ریست خارجی)
۵۷۶.....	۴-۱ سیگنال یا وقفه NRST
۵۷۸.....	۴-۲ کنترل ریست خارجی
۵۷۸.....	۵- ریست هنگام افت سطح ولتاژ منبع تغذیه (Brown-out Reset)
۵۷۹.....	۶- ریست توسط تایمر سگ نگهبان (Watchdog)
۵۸۰.....	۷- ریست نرم افزاری
۵۸۱.....	۸- سطح اولویت ریست ها
۵۸۲.....	۹- واسط کاربری واحد کنترلر ریست

۵۸۶.....	۱۰- هدر AT91SAM7X256
----------	----------------------

فصل هجدهم / Real-time Timer (RTT)

۵۸۸.....	بررسی اجمالی
۵۸۹.....	۱- شرح تایمر زمان واقعی
۵۹۰.....	۲- واسط کاربری واحد تایمر زمان واقعی
۵۹۳.....	۳- هدر AT91SAM7X256

فصل نوزدهم / تایمر سگ نگهبان (WDT)

۵۹۶.....	بررسی اجمالی
۵۹۶.....	۱- نمودار بلوکی واحد تایمر سگ نگهبان
۵۹۷.....	۲- تشریح عملکرد واحد تایمر سگ نگهبان
۵۹۸.....	۳- واسط کاربری واحد سگ نگهبان
۶۰۲.....	۴- هدر AT91SAM7X256

فصل بیستم / Periodic Interval Timer (PIT)

۶۰۴.....	بررسی اجمالی
۶۰۴.....	۱- نمودار بلوکی واحد PIT
۶۰۵.....	۲- تشریح نحوه عملکرد
۶۰۶.....	۳- واسط کاربری واحد PIT
۶۰۹.....	۴- هدر AT91SAM7X256

فصل بیست و یکم / نمایشگرهای گرافیکی و رنگی

۶۱۲.....	۱- نمایشگر گرافیکی با قابلیت نمایش متون فارسی و انگلیسی
۶۱۶.....	۱-۱- توابع نمایشگر گرافیکی
۶۱۸.....	۱-۲- نرم افزار GLCD TOOLS
۶۲۳.....	۲- راه اندازی نمایشگر رنگی (LCD N96)
۶۲۵.....	۲-۱- توابع نمایشگر رنگی
۶۳۰.....	۲-۲- نرم افزار bmp2h_conv

فصل بیست و دوم / پروژه‌ها

۶۳۴.....	پروژه ۱: ارتباط با حافظه EEPROM سریال
۶۴۳.....	پروژه ۲: تبادل اطلاعات بین میکروکنترلر و کامپیوتر از طریق پورت سریال

- پروژه ۳: تبادل اطلاعات از طریق امواج رادیویی ۶۴۹
- پروژه ۴: تبادل اطلاعات از طریق امواج رادیویی بین میکروکنترلر و کامپیوتر ۶۵۵
- پروژه ۵: راه‌اندازی موتور DC ۶۵۷
- پروژه ۶: راه‌اندازی موتور پله‌ای (Stepper Motor) ۶۵۹
- پروژه ۷: ساعت دیجیتال ۶۶۳

ضمائم

- ضمیمه ۱ ۶۶۷
- ضمیمه ۲ ۶۷۵
- ضمیمه ۳ ۶۷۹