

برنامه نویسی میکرو کنترلر

AVR

مؤلف:

روح اله کاظمی

سرناسه :	کاظمی، روح اله، ۱۳۶۷
عنوان و نام بیدآور :	برنامه نویسی میکروکنترلر AVR / مؤلف روح اله کاظمی
مشخصات نشر :	تهران: کتاب آوا، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری :	۲۶۳ ص: مصور، جدول
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۳۴۶-۳۷۶-۹
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
موضوع :	میکروکنترلر، ای. آر. اتمل Atmel AVR microcontroller
موضوع :	کنترل کننده ها - برنامه نویسی Microcontrollers - Programming
موضوع :	سی (زبان برنامه نویسی کامپیوتر) (Computer Program language) C
رده بندی کنگره :	۱۳۹۶ ۱۳۲۳/سی TJ۲۲۳
رده بندی دیویی :	۶۳۹/۸۹۵
شماره شابک ملی :	۴۸۳۶۶۴۶

برنامه نویسی میکروکنترلر AVR



انتشارات کتاب آوا

مؤلف:	روح اله کاظمی
ناشر:	کتاب آوا
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	آوا
نوبت چاپ:	اول ۱۳۹۶
شمارگان:	۱۰۰۰ نسخه
قیمت:	۲۱۰۰۰ تومان
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۳۴۶-۳۷۶-۹

نشانی مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خ ۱۲ فروردین، خ مهرداد ۱، شهر شرقی، شماره ۸۹

www.avabook.com

نشر کتاب آوا

شماره های تماس: ۶۶۹۷۴۱۳۰ - ۶۶۴۰۷۹۹۳ - ۶۶۹۷۴۶۴۵

نشانی فروشگاه: اسلامشهر، خیابان میاد شیرازی، روبروی دانشگاه آزاد، جنب دادگستری

شماره تماس: ۵۶۳۵۴۶۵۱

کلیه حقوق و حق چاپ متن، کپی برداری، طرح روی جلد و عنوان کتاب، با توجه به قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان برای انتشارات کتاب آوا محفوظ است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

۱۳	فصل اول: توانایی شناخت سیستم‌های نهفته
۱۳	هدف کلی:
۱۳	هدف‌های رفتاری:
۱۴	آشنایی با اهمیت و کاربرد سیستم‌های نهفته
۱۷	۱،۱ آشنایی با ویژگی‌های مشترک سیستم‌های نهفته
۱۷	۱،۱،۱ اعتبار
۱۹	۱،۱،۲ باطنی
۱۹	۱،۱،۳ عملکرد تک کاربردی
۲۰	۱،۱،۴ عملکرد بی‌درنگ
۲۰	۱،۱،۵ واسطه کاربری
۲۰	۱،۱،۶ محیط کاری
۲۱	۱،۲ فرآیند طراحی یک سیستم نهفته
۲۲	۱،۳ آشنایی با انواع ترنسیوسرها و حسگرها
۲۲	۱،۴ آشنایی با روش‌های آماده‌سازی سیگنال
۲۳	۱،۵ آشنایی با پردازنده‌ها به عنوان واحد کنترل
۲۵	۱،۶ آشنایی با مدارات راه‌انداز
۲۶	۱،۷ آشنایی با خروجی‌های یک سیستم کنترلی
۲۷	۱،۸ آشنایی با مفهوم سازگاری الکترومغناطیسی یا EMC
۲۸	۱،۹ آشنایی با روش‌های تداخل
۳۰	۱،۱۱ آشنایی با برخی روش‌های بهبود EMC
۳۰	۱،۱۱،۱ نحوه‌ی چیدمان قطعات
۳۱	۱،۱۱،۲ خطوط زمین
۳۱	نحوه‌ی ایجاد نویز زمین
۳۲	کاهش نویز مسیر زمین
۳۲	۱،۱۱،۳ خط تغذیه
۳۳	دیکوپل کردن تغذیه‌ی قطعات
۳۵	۱،۱۱،۴ فیلتر خط
۳۶	۱،۱۱،۵ شیلد و انواع آن
۴۱	فصل دوم: توانایی برنامه‌نویسی مقدماتی به زبان C
۴۲	۲،۱ مقدمه

۴۳	 ۲.۲ آشنایی با مفهوم شناسه
۴۳	 ۲.۳ آشنایی با انواع داده
۴۵	 ۲.۴ آشنایی با مفهوم متغیر
۴۶	 ۲.۴.۱ آشنایی با مفهوم متغیر عمومی، محلی و ایستا
۴۶	 ۲.۴.۲ متغیرهای عمومی
۴۷	 ۲.۴.۳ متغیر محلی
۴۷	 ۲.۴.۴ متغیرهای ایستا
۴۸	 ۲.۴.۵ کلمه‌ی کلیدی volatile
۴۹	 ۲.۵ آشنایی با مفهوم ثوابت
۵۰	 رهنمود پیش پردازنده‌ی #define
۵۰	 ۲.۶ آشنایی با مفهوم آرایه
۵۲	 ۲.۷ آشنایی با مفهوم ماتریس
۵۲	 ۲.۸ آشنایی با مفهوم ساختار
۵۴	 ۲.۹ آشنایی با مفهوم عملگرهای فراغ
۵۴	 ۲.۹.۱ عملگرهای حسابی و منطقی
۵۵	 ۲.۹.۲ عملگرهای یکانی
۵۶	 ۲.۹.۳ عملگرهای رابطه‌ای و منطقی
۵۶	 عملگرهای انتساب
۵۷	 ۲.۱۰ آشنایی با یک برنامه‌ی ساده به زبان C
۵۸	 ۲.۱۱ آشنایی با دستورات انتخاب
۵۸	 ۲.۱۱.۱ دستور if
۵۹	 ۲.۱۱.۲ دستور if-else
۶۱	 ۲.۱۱.۳ نردبان if-else-if
۶۲	 ۲.۱۲ دستور switch
۶۵	 ۲.۱۳ آشنایی با دستورات تکرار
۶۵	 ۲.۱۳.۱ حلقه‌ی for
۶۷	 ۲.۱۳.۲ حلقه‌ی while
۶۸	 ۲.۱۳.۳ حلقه‌ی do-while
۶۹	 ۲.۱۴ پرش‌های غیر شرطی
۶۹	 ۲.۱۴.۱ دستور goto
۷۰	 ۲.۱۴.۲ دستور break
۷۱	 ۲.۱۴.۳ دستور continue
۷۲	 ۲.۱۵ آشنایی با تابع

۷۵	فصل سوم: توانایی راه‌اندازی LCD کاراکتری
۷۵	هدف کلی:
۷۵	هدف‌های رفتاری:
۷۶	۳.۱ آشنایی با LCD و انواع آن‌ها
۷۶	۳.۲ انواع کانکتور LCD
۷۷	۳.۳ آشنایی با پایه‌های یک LCD کاراکتری
۷۸	۳.۴ صفحه نمایش LCD
۷۹	۳.۵ حافظه‌های کنترلر HD44780
۷۹	۳.۵.۱ رده‌های داده و دستورالعمل
۸۰	۳.۵.۲ پرچم مشغول بودن
۸۰	۳.۵.۳ رجیستر شمارشی آدرس
۸۰	۳.۵.۴ حافظه‌ی نمایش داده
۸۰	۳.۵.۵ حافظه‌ی ROM کاراکتری
۸۱	۳.۵.۶ حافظه‌ی RAM تولید کاراکتر
۸۱	۳.۶ مجموعه دستورالعمل‌های LCD
۸۱	۳.۶.۱ پاک کردن نمایشگر
۸۱	۳.۶.۲ بازگشت به ابتدای سطر اول
۸۲	۳.۶.۳ کنترل وضعیت ورودی
۸۲	۳.۶.۴ کنترل روشن و خاموش بودن نمایشگر
۸۲	۳.۶.۵ جابجایی مکان نما یا نمایشگر
۸۲	۳.۶.۶ تنظیم عملکرد
۸۳	۳.۶.۷ تنظیم آدرس CGRAM
۸۳	۳.۶.۸ تنظیم آدرس DDRAM
۸۳	۳.۶.۹ پرچم مشغول بودن و رجیستر آدرس
۸۳	۳.۶.۱۰ نوشتن داده
۸۳	۳.۶.۱۱ خواندن داده
۸۴	۳.۷ نمودارهای زمانی دسترسی به کنترلر
۸۴	۳.۷.۱ عملیات نوشتن
۸۴	۳.۷.۲ عملیات خواندن
۸۵	۳.۸ اصول ارتباطی میکروکنترلر با نمایشگر LCD
۸۶	۳.۸.۱ توابع پایه
۸۸	۳.۸.۲ توابع کاربردی نمایشگر LCD
۹۲	۳.۸.۳ نمونه برنامه‌ای برای ارتباط با LCD کاراکتری
۹۵	۳.۹ آشنایی با حافظه‌ی CGRAM و تعریف کاراکتر جدید

۳.۱۰	استفاده از امکانات کامپایلر برای راه اندازی LCD	۱۰۰
۳.۱۱	استفاده از حافظه‌ی CGRAM با استفاده از توابع CodeVisionAVR	۱۰۴
۳.۱۲	نمایش مقدار متغیر بر روی LCD	۱۰۵
فصل چهارم:	توانایی کار با موتور پله‌ای	۱۰۷
۱۰.۷	هدف کلی:	۱۰۷
۱۰.۷	هدف‌های رفتاری:	۱۰۷
مقدمه ۱۰.۸		
۴.۱	آشنایی با ساختمان موتورهای پله‌ای و انواع آن‌ها	۱۰۸
۴.۲	آشنایی با موتورهای پله‌ای تک قطبی	۱۰۹
۴.۴	رجه موتور پله‌ای	۱۱۲
۴.۵	نحوه‌ی عملکرد موتورهای پله‌ای تک قطبی و نیم پله	۱۱۲
۴.۶	نحوه‌ی عملکرد موتورهای پله‌ای تک قطبی و دوفاز	۱۱۴
۴.۷	آشنایی با سوئیچ ترانزیستور و ULN2003	۱۱۶
۴.۸	شناسایی اصول راه اندازی موتور پله‌ای با قطعه‌ی ULN2003	۱۲۰
برنامه‌ی راه انداز موتور پله‌ای به روش مام پی		
۱۲۰	تابع یک دور حرکت موتور در جهت مقربه‌ی ساعت	۱۲۱
۱۲۱	تابع یک دور حرکت موتور در خلاف جهت مقربه‌ی ساعت	۱۲۱
۴.۹	موتورهای مغناطیس دائم دو قطبی	۱۲۲
۴.۱۰	نحوه‌ی عملکرد موتور پله‌ای دو قطبی به صورت تمام پله	۱۲۳
۴.۱۱	نحوه‌ی عملکرد موتور پله‌ای دو قطبی به صورت نیم پله	۱۲۵
۴.۱۲	نحوه‌ی عملکرد موتور پله‌ای دو قطبی به صورت دوفاز	۱۲۷
۴.۱۳	نحوه‌ی عملکرد موتور پله‌ای دو رشته‌ای	۱۲۸
۴.۱۴	آشنایی با ICهای L297 و L298	۱۳۰
۴.۱۵	شناسایی اصول راه اندازی موتور پله‌ای با ICهای L297 و L298	۱۳۳
فصل پنجم:	توانایی استفاده از وقفه‌های خارجی	۱۳۷
۱۳۷	هدف کلی:	۱۳۷
۱۳۷	هدف‌های رفتاری:	۱۳۷
۵.۱	آشنایی با مفهوم وقفه‌های خارجی و پایه‌های درخواست وقفه	۱۳۸
۵.۲	آشنایی با نحوه‌ی تنظیم و راه‌اندازی وقفه‌های خارجی	۱۳۹
۵.۳	آشنایی با مفهوم حساسیت به لبه و سطح	۱۴۱
۵.۴	شناسایی اصول آماده سازی وقفه‌های خارجی به کمک CodeWizardAVR	۱۴۴

۱۴۵	۵.۵ شناسایی اصول تحریک وقفه‌های خارجی به کمک کلیدهای فشاری
۱۵۱	فصل ششم: توانایی استفاده از USART
۱۵۲	۶.۱ آشنایی با مفهوم ارتباط سریال
۱۵۳	۶.۲ آشنایی با مفهوم ارتباط سریال همزمان و غیرهمزمان
۱۵۴	۶.۳ آشنایی با مفهوم Simplex, Half-Duplex و Full-Duplex
۱۵۵	۶.۴ آشنایی با مفهوم USART
۱۵۵	۶.۵ آشنایی با اجزای یک قاب داده
۱۵۷	۶.۶ آشنایی با مفهوم Baud Rate
۱۵۷	۶.۷ آشنایی با سخت افزار USART در قطعه‌ی ATmega32
۱۵۸	۶.۸ شناسایی اصول محاسبه‌ی نرخ انتقال در وضعیت‌های مختلف USART
۱۶۱	۶.۹ آشنایی با مفهوم بلاک‌های داده در وضعیت همزمان
۱۶۲	۶.۱۰ آشنایی با رجیستر داده‌ی USART
۱۶۲	۶.۱۱ آشنایی با پرچم‌های USART
۱۶۳	پرچم RXC
۱۶۳	پرچم UDRE
۱۶۴	۶.۱۲ آشنایی با بیت‌های تنظیم قاب داده
۱۶۵	۶.۱۳ آشنایی با پرچم‌های خطا
۱۶۶	۶.۱۴ آشنایی با روش دسترسی به رجیسترهای UCSRC و URRH
۱۶۷	۶.۱۵ شناسایی اصول آماده سازی USART
۱۶۸	۶.۱۶ آشنایی با استاندارد RS-232
۱۷۰	۶.۱۷ آشنایی با محیط ترمینال در نرم افزار CodeVisionAVR
۱۷۲	۶.۱۸ شناسایی اصول ارسال داده به شیوه‌ی سرکشی
۱۷۴	۶.۱۹ شناسایی اصول دریافت داده به شیوه‌ی سرکشی
۱۷۶	۶.۲۰ آشنایی با ارتباط چند پردازنده‌ای به کمک USART
۱۷۷	۶.۲۱ آشنایی با توابع کامپایلر CodeVisionAVR برای استفاده از USART
۱۸۲	۶.۲۲ آشنایی با توابع printf(), scanf(), sprintf() و sscanf()
۱۸۶	تنظیمات مربوط به توابع فرمت در کامپایلر CodeVision
۱۸۶	۶.۲۳ شناسایی اصول تنظیم USART به کمک CodeWizardAVR
۱۹۳	ارسال و دریافت با استفاده از وقفه‌های USART
۱۹۷	۶.۲۴ آشنایی با مفهوم بافر دایره‌ای
۲۰۳	هدف کلی:

۲۰۳	فصل هفتم: هدف‌های رفتاری.
۲۰۴	۷,۱ معرفی بایس I^2C .
۲۰۵	۷,۲ آشنایی با نسخه‌های استاندارد I^2C .
۲۰۵	۷,۳ آشنایی با مفاهیم بایس I^2C .
۲۰۸	۷,۴ آشنایی با مشخصات فیزیکی بایس.
۲۰۹	۷,۵ آشنایی با عناصر بایس I^2C .
۲۱۱	۷,۶ آشنایی با بسته‌های آدرس و داده.
۲۱۳	۷,۷ آشنایی با روش انتقال داده در بایس I^2C .
۲۱۵	۷,۸ آشنایی با حکمیت در سیستم‌های Multi-master.
۲۱۶	۷,۹ آشنایی با واحد TWI در میکروکنترلر AVR.
۲۱۹	۷,۱۰ آشنایی با نحوه تعیین کلاک ارتباط I^2C .
۲۲۰	۷,۱۱ آشنایی با رسترهای واحد TWI.
۲۲۲	۷,۱۲ آشنایی با وضعیت‌های TWI.
۲۲۳	۷,۱۳ آشنایی با وضعیت Master Transmitter.
۲۲۵	۷,۱۴ شناسایی اصول راه‌اندازی واحد TWI در وضعیت Master Transmitter.
۲۲۶	۷,۱۵ آشنایی با وضعیت Master Receiver.
۲۲۷	۷,۱۶ شناسایی اصول راه‌اندازی واحد TWI در وضعیت Master Receiver.
۲۲۸	۷,۱۷ آشنایی با وضعیت Slave Transmitter.
۲۳۰	۷,۱۸ شناسایی اصول راه‌اندازی واحد TWI در وضعیت Slave Transmitter.
۲۳۱	۷,۱۹ آشنایی با وضعیت Slave Receiver.
۲۳۳	۷,۲۰ شناسایی اصول راه‌اندازی واحد TWI در وضعیت Slave.
۲۳۳	۷,۲۱ شناسایی اصول راه‌اندازی واحد TWI به کمک CodeWizardAVR.
۲۳۵	۷,۲۲ آشنایی با توابع نرم‌افزاری CodeVisionAVR برای دسترسی به بایس I^2C .
۲۳۶	۷,۲۳ آشنایی با EEPROM‌های سری 24.
۲۳۶	معرفی پایه‌های AT24C64.
۲۳۶	سازمان حافظه‌ی AT24C64.
۲۳۶	عملکرد وسیله.
۲۳۷	عملیات نوشتن.
۲۳۸	عملیات خواندن.
۲۳۸	پیاده‌سازی برنامه‌ی دسترسی به EEPROM.
۲۴۴	فصل هشتم: توانایی استفاده از SPI.

۲۴۲	هدف کلی:
۲۴۳	هدف‌های رفتاری:
۲۴۴	۸.۱ آشنایی با مشخصه‌های پروتکل SPI
۲۴۴	۸.۲ آشنایی با نحوه‌ی اتصال دو وسیله‌ی Master و Slave
۲۴۵	۸.۳ آشنایی با چگونگی انتقال داده بین Master و Slave
۲۴۵	۸.۴ آشنایی با واحد SPI در قطعه‌ی ATmega32
۲۴۶	۸.۵ آشنایی با روش فعال کردن واحد SPI و تعیین Master یا Slave بودن آن
۲۴۷	۸.۶ آشنایی با نحوه‌ی تغییر جهت پایه‌های SPI در وضعیت Master و Slave
۲۴۷	۸.۷ آشنایی با رجیستر داده‌ی SPI
۲۴۸	۸.۸ آشنایی با پرچم‌های SPI و وقفه‌ی آن
۲۴۹	۸.۹ آشنایی با نحوه‌ی تنظیم سرعت SPI
۲۴۹	۸.۱۰ آشنایی با وضعیت‌های کار SPI
۲۵۲	۸.۱۱ آشنایی با عملکرد پایه‌ی S _{DA} در سیستم‌های چند Slave
۲۵۴	۸.۱۲ شناسایی اصول انتقال یک بایت به روش سریالی
۲۵۷	برنامه‌ی میکروکنترلر Slave
۲۵۹	۸.۱۳ شناسایی اصول انتقال یک بایت به روش وقفه
۲۶۲	۸.۱۴ آشنایی با تنظیم SPI بوسیله‌ی Code Wizard AVR