

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مدارات و آزمایشات کاربردی برای میکروکنترلرهای AVR

مهدی یار حسین قدیری
مهدیه نادی سنجانی
شیدا اسماعیل نژاد آهنگرانی

انتشارات راه کمال
۱۳۹۲

سرشناسه	: حسین قدیری، مهدی یار
عنوان و نام پدیدآور	: مدارات و آزمایشات کاربردی برای میکروکنترلرهای AVR / مهدی یار حسین قدیری، مهدیه نادی سنجانی، شیدا اسماعیل نژاد آهنگرانی.
مشخصات نشر	: تهران: راه کمال، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ژ. ۱۰۳ ص. : مصور.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۳۳-۳۹-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا.
یادداشت	: کتاب نامه: ص. ۷۲.
موضوع	: میکروکنترلر ا. وی. آر. اتمل.
موضوع	: کنترل کننده های برنامه پذیر
موضوع	: سیستم های کنترل رقمی
موضوع	: میکروکنترلرها
شناسه افزوده	: نادی سنجانی، مهدیه
شناسه افزوده	: اسماعیل نژاد آهنگرانی، شیدا
رده بندی کنگره	: T.J.۲۲۳/ک ۹ ق ۳۶ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۲۹/۸۹۵
شماره کتاب شناسی ملی	: ۳۱۴۷۴۱۶



انتشارات راه کمال

انتشارات راه کمال

عنوان کتاب: مدارات و آزمایشات کاربردی برای میکروکنترلرهای AVR
 مؤلفین: مهدی یار حسین قدیری، مهدیه نادی سنجانی، شیدا اسماعیل نژاد آهنگرانی
 صفحه آرا: وحید دامن افشان
 ناشر: انتشارات راه کمال
 تاریخ و نوبت چاپ: ۱۳۹۲/اول
 شمارگان: ۱۰۰۰
 قیمت: ۶۰۰۰۰ ریال
 مرکز پخش: تهران، خ. انقلاب، خ. شانزده آذر، کوچه پارسی، پلاک ۶، انتشارات راه کمال
 تلفن: ۶۶۴۰۶۴۷۷ - ۰۹۳۵۸۴۶۰۰۸۶ - ۰۹۱۲۳۵۹۱۴۴۳
 دورنگار: ۶۶۴۱۸۰۹۵
 نشانی اینترنتی: www.rahkamal.com، www.choogan.com

حق چاپ برای ناشر، محفوظ است.

سخنی با خوانندگان

در دنیای امروزی، علم و علم‌آموزی، نیازمند ابزارهایی است که مهم‌ترین و کاربردی‌ترین‌شان، کتاب است. کتاب، ابزار و دریچه‌ای است به سوی علم.

در طول تاریخ تمدن بشری، حاملان، حافظان و ناشران علوم در دوره‌های قبل و پس از اختراع خط، در روند گسترش قبایل و کشورها، نقش در خور اهمیت و به‌سزایی داشته‌اند. با ورود به هزاره‌ی سوم میلادی، آن چیزی که بیش از همه، رخ می‌نماید، توسعه دانش و روند سازمان‌ها به سوی دانش‌محوری است. هم‌اکنون کشورهای توسعه‌یافته، از تولید دانش، کسب ثروت می‌کنند و در حال واگذاری فعالیت‌های سخت‌افزاری به کشورهای مادون می‌باشند. اکنون، در عصر اطلاعات، زمانی که ذهن آدمی از هر زمان دیگری در تولید، تفسیر و به‌روزرسانی اطلاعات، توانمندتر است، نیازهای نوین او در پردازش اطلاعات، ایجاد و گسترش بانک‌های اطلاعاتی جدید، ناشران را با چالش‌های متفاوتی رو به رو کرده است و جرقه‌های هر چند کوچک در شناخت مغز انسان، امروزه به تحولی بزرگ در عرصه‌ی نشر انجامیده است. با شناسایی فرایندهای مغزی و راه‌هایی که ذهن برای یادگیری طی می‌کند، استفاده از روش‌های قدیمی انتقال اطلاعات به فراگیرنده، منسوخ گشته و شیوه‌هایی نوین برای انتقالی مطمئن، پویا و یادگیرنده محور، به وجود آمده است. در همین راستا، انتشارات راه کمال، نشر آثار

و دستاوردهای گران‌سنگ پژوهشگران و محققان ارزشمند کشور را افتخار خود دانسته و از استادان و پژوهشگران گرامی دعوت می‌نماید تا وظیفه‌ی نشر کتاب‌های خود را بر عهده‌ی این انتشارات نهاده و از کیفیت برتر چاپ و پخش گسترده اطمینان حاصل نمایند. این کتاب که به یاری قلم توانا و دانش نویسندگان کتاب در مقابل دیدگان شما گشوده شده است، حاصل تلاش و تکاپوی گروه علمی و فنی انتشارات راه کمال می‌باشد. از خوانندگان گرامی درخواست می‌شود با انتقادهای سازنده‌ی خود، یاری‌بخش این نشر در ارائه‌ی بالاترین کیفیت خدمات علمی و آموزشی باشند.

مدیر مسئول انتشارات راه کمال

فهرست مطالب

ث	سخنی با خوانندگان
ذ	فهرست شکل‌ها
۱	۱ مقدمه: آشنایی با میکروکنترلرهای AVR
۴	۱.۱ ساخت Programmer
۵	۲.۱ آشنایی با نرم‌افزار CodeVision
۱۱	۲ استفاده از پورت‌های موازی دیجیتال در خروجی
۱۱	۱.۲ اهداف
۱۱	۲.۲ مطالب تئوری پیش‌نیاز
۱۳	۱.۲.۲ توابع ایجاد تاخیر
۱۴	۳.۲ قطعات لازم
۱۴	۴.۲ شرح آزمایش

۱۷	۳	کار با LCD های کاراکتری
۱۷	۱.۳	اهداف
۱۷	۲.۳	مطالب تئوری پیش نیاز
۱۷	۱.۲.۳	سخت افزار LCD
۱۹	۲.۲.۳	نرم افزار
۱۹	۱.۲.۲.۳	توابع مفید برای کار با LCD های کاراکتری
۲۰	۳.۳	قطعات لازم
۲۰	۴.۳	شرح آزمایش
۲۳	۴	استفاده از پورت ها به عنوان ورودی
۲۳	۱.۴	اهداف
۲۳	۲.۴	مطالب تئوری پیش نیاز
۲۵	۳.۴	قطعات و وسایل لازم
۲۶	۴.۴	شرح آزمایش
۲۹	۵	استفاده از وقفه خارجی برای خواندن وضعیت کلید
۲۹	۱.۵	اهداف
۲۹	۲.۵	مطالب تئوری مورد نیاز
۳۱	۳.۵	شرح آزمایش
۳۵	۶	استفاده از ورودی آنالوگ
۳۵	۱.۶	اهداف
۳۵	۲.۶	مطالب تئوری مورد نیاز
۴۰	۳.۶	قطعات مورد نیاز
۴۰	۴.۶	شرح آزمایش
۴۳	۷	استفاده از تایمر در حالت نرمال
۴۳	۱.۷	اهداف

فهرست مطالب خ

۴۳	مطالب تئوری مورد نیاز	۲.۷
۴۷	شرح آزمایش	۳.۷
۴۹	کنترل دور موتور توسط مدولاسیون پهنای پالس (PWM)	۸
۴۹	اهداف	۱.۸
۴۹	مطالب تئوری	۲.۸
۵۴	قطعات مورد نیاز	۳.۸
۵۴	شرح آزمایش	۴.۸
۵۷	آزمایش تولید پالس با پهنای ثابت (CTC)	۹
۵۷	اهداف	۱.۹
۵۷	مطالب تئوری	۲.۹
۵۸	قطعات لازم	۳.۹
۵۹	شرح آزمایش	۴.۹
۶۳	ارتباط کامپیوتر با میکروکنترلر با استفاده از پورت سریال (RS232)	۱۰
۶۳	اهداف	۱.۱۰
۶۴	مطالب تئوری	۲.۱۰
۷۳	قطعات لازم	۳.۱۰
۷۴	شرح آزمایش	۴.۱۰
۷۷	اندازه‌گیری پهنای پالس مربعی (ساخت فرکانس متر)	۱۱
۷۷	اهداف	۱.۱۱
۷۷	مطالب تئوری	۲.۱۱
۸۱	قطعات لازم	۳.۱۱
۸۱	شرح آزمایش	۴.۱۱
۸۵	کار با صفحه کلید $m \times n$	۱۲

۸۵	۱.۱۲ اهداف	۸۵
۸۵	۲.۱۲ مطالب تئوری	۸۵
۸۸	۳.۱۲ قطعات لازم	۸۸
۸۸	۴.۱۲ شرح آزمایش	۸۸
۹۱	۱۳ استفاده از تایمر در حالت شمارنده (Counter)	۹۱
۹۱	۱.۱۳ اهداف	۹۱
۹۱	۲.۱۳ مطالب تئوری	۹۱
۹۲	۳.۱۳ قطعات لازم	۹۲
۹۳	۴.۱۳ شرح آزمایش	۹۳
۹۵	آ برگه اطلاعات	۹۵
۱۰۳	مراجع	۱۰۳

فهرست شکل‌ها

۲	نحوه استفاده از IC شماره‌ی ۷۸۰۵ و پایه‌های آن	۱.۱
۲	اتصال کریستال به پایه‌های میکروکنترلر	۲.۱
۴	اتصال کامپیوتر به میکروکنترلر توسط کابل پروگرامر	۳.۱
۵	کابل پروگرامر مدل STK200	۴.۱
۶	محیط نرم‌افزار Codevision	۵.۱
۷	انتخاب نوع پروگرامر در نرم‌افزار Codevision	۶.۱
۷	ایجاد پروژه‌ی جدید در محیط Codevision	۷.۱
۸	ایجاد، ذخیره پروژه و خروج از پنجره Wizard	۸.۱
۹	پیغام خطای ارتباطی	۹.۱
۱۰	فعال کردن امکان برنامه ریزی بعد از انجام Make	۱۰.۱
۱۳	پایه‌ی میکروکنترلر ATmega16	۱.۲
۱۵	مدار آزمایش پورت خروجی	۲.۲
۱۶	مداری برای نمایش شدت نور محیط روی LED	۳.۲

پایه‌های LCD و چگونگی اتصال LCD به میکروکنترلر با (الف) ۴ بیت	۱.۳
دیتا و (ب) ۸ بیت دیتا	۱۸
استفاده از LCD برای نمایش متن	۱۹
پیکربندی LCD توسط Wizard	۲۰
مدار آزمایش LCD	۲۲
مدار کلید در (الف) حالت pull up و (ب) حالت pull down	۲۴
فلوچارت خواندن کلید با استفاده از روش سرکشی	۲۵
شماتیک	۲۷
پیاده‌سازی شماتیک شکل ۳.۴	۲۸
پایه‌های ۳، ۱۶ و ۱۷ پایه‌های وقفه‌های سخت‌افزاری	۳۰
(الف) فعال کردن و پیکربندی وقفه‌های خارجی در Wizard و (ب)	۲.۵
قطعه کد ایجاد شده برای سرویس روتین وقفه توسط Wizard	۳۲
مدار آزمایش وقفه	۳۳
تابع تبدیل یک ADC ۳ بیتی	۳۷
دو حالت کاری ADC در میکروکنترلرهای AVR	۳۷
پایه‌های مرتبط با ADC در میکرو ATMEGA16	۳۷
طرز اتصال تغذیه هنگام استفاده از ADC	۳۸
پیکربندی ADC از طریق Wizard	۳۹
فرکانس کار ADC	۳۹
مدار اندازه‌گیری چند گاز مختلف به همراه امکان ارسال بی‌سیم داده	۴۱
مدار آزمایش ADC و نمایش روی LCD	۴۲
ساختار داخلی و ارتباطات تایمر در میکروکنترلرهای AVR	۴۵
انتخاب منبع کلاک تایمر توسط Wizard	۴۵
تنظیم سرعت کلاک تایمر	۴۶

ز فهرست شکل‌ها

۴۶	تغییر حالت تایمر	۴.۷
۴۷	فعال کردن وقفه سرریز و قرار دادن مقدار اولیه تایمر	۵.۷
۴۸	مدار آزمایش تایمر	۶.۷
۵۱	پالس‌های با پهنای متفاوت - بالا با ۵۰% Hi، در پایین ۲۰% Hi	۱.۸
۵۱	عملکرد Fast PWM	۲.۸
۵۲	فعال و تنظیم کردن تایمر ۲ در حالت Fast PWM	۳.۸
۵۳	پایه‌های ترانزیستور BD139	۴.۸
۵۳	مدار درایور موتور DC	۵.۸
۵۴	چند نمونه از موتورهای سروو	۶.۸
۵۵	مدار آزمایش Fast PWM	۷.۸
۵۶	نمونه ساخته شده مداری برای کنترل چرخش موتور DC	۸.۸
۵۶	خروجی پایه OC2 روی اسیلوسکوپ	۹.۸
۵۸	عملکرد تایمر در حالت CTC	۱.۹
۵۹	پیکربندی CTC توسط Wizard	۲.۹
۶۰	آزمایش CTC	۳.۹
۶۱	نمونه ساخته شده از مدار آزمایش تولید صدای بوق	۴.۹
۶۴	فریم پروتکل RS232	۱.۱۰
۶۵	خروجی سریال کامپیوتر روی صفحه اسیلوسکوپ	۲.۱۰
۶۵	کابل تقاطعی (Cross)	۳.۱۰
۶۶	کابل تقاطعی به همراه مبدل ولتاژ	۴.۱۰
۶۶	اتصالات IC MAX232	۵.۱۰
۶۷	کانکتور پورت سریال و پایه‌های آن	۶.۱۰
۶۸	پنجره Location Information	۷.۱۰
۶۸	پنجره Connection Description	۸.۱۰

۶۹	انتخاب پورت	۹.۱۰
۶۹	تنظیم پارامترهای پورت	۱۰.۱۰
۷۱	محیط Hyper Terminal	۱۱.۱۰
۷۱	پیکربندی USART	۱۲.۱۰
۷۳	مودم GSM	۱۳.۱۰
۷۳	ماحول‌های فرستنده گیرنده سریال	۱۴.۱۰
۷۵	مدار آزمایش سریال	۱۵.۱۰
۷۶	مدار ساخته شده سریال	۱۶.۱۰
۷۹	پیکربندی تایمر ۲ و وقفه °	۱.۱۱
۸۱	سیستم تعیین فاصله که روی روبات نصب شده است.	۲.۱۱
۸۳	آزمایش اندازه‌گیری پهناي پالس	۳.۱۱
۸۶	صفحه کلید ۳ × ۴	۱.۱۲
۸۹	آزمایش صفحه کلید	۲.۱۲
۹۲	فعال کردن شمارنده	۱.۱۳
۹۳	سیستم دور شمار چرخ با استفاده از سنسورهای مادون قرمز	۲.۱۳
۹۴	مدار آزمایش شمارنده	۳.۱۳

۴

استفاده از پورت‌ها به عنوان ورودی

۱.۴ اهداف

- خواندن دیتا از پورت موازی
- کار با رجیسترهای $^1\text{DDR}_x$ و PIN_x
- کار با کلیدهای فشاری^۲

۲.۴ مطالب تئوری پیش‌نیاز

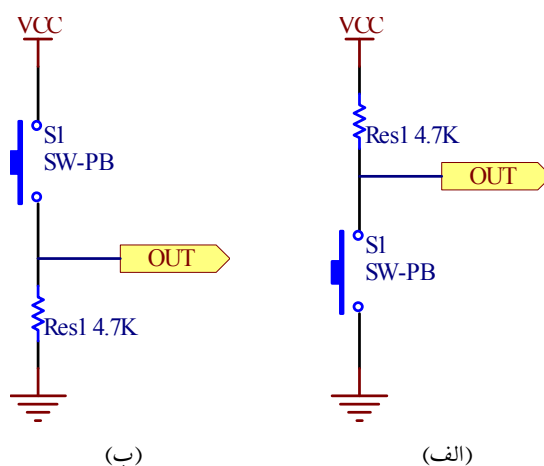
برای ورودی کردن هر پایه از یک پورت باید بیت متناظر آن در رجیستر جهت (DDR) "0" و بقیه را "1" قرار داد. به عنوان مثال $\text{DDRB}=0xf0$ باعث می‌شود که پایه‌های ۱ تا ۴ میکروکنترلر ورودی (بیت‌های شماره ۰ تا ۳ از پورت B) و پایه‌های ۵ تا ۸ خروجی شوند. برای خواندن اطلاعات از یک پورت از رجیستر PIN_x استفاده می‌کنیم. اگر فرض کنیم که in یک متغیر ۱

^۱Data Direction Register

^۲Push Button

بایستی تعریف شده باشد (مثل یک char)، با دستور $in=PINB$ متغیر in مقدار منطقی پایه‌های ۱ تا ۴ از میکروکنترلر را به خود می‌گیرد. هر ولتاژ ۵ ولت روی هر پایه معادل یک بیت با منطق ۱ در رجیستر PIN و متناظر آن در متغیر in خواهد شد. توجه کنید که در این مثال در مورد مقدار چهار بیت آخر که خروجی هستند نمی‌توان صحبتی کرد. برای خواندن همه ۸ بیت پورت باید $DDRB=255$ یا $0xff$ باشد. برای خواندن یک بیت می‌توان از عملگر نقطه استفاده کرد. به عنوان مثال در $in=PINB.0$ ، متغیر in فقط مقدار پایه صفر را به خود می‌گیرد که ۱ یا ۰ منطقی است.

کلیدهای فشاری، قطعاتی هستند که وقتی دکمه آن‌ها را فشار می‌دهیم، دو پایه کلید به هم وصل می‌شود در غیر این صورت اتصال وجود ندارد. کلیدهای فشاری را می‌توان مطابق شکل ۱.۴ (الف) به صورت pull up یا شکل ۱.۴ (ب) به صورت pull down در مدار بست. در روش pull up زمانی که کلید را فشار نداده‌ایم، خروجی ۵ ولت یا "1" منطقی است و وقتی کلید را فشار می‌دهیم، خروجی صفر می‌شود. در روش pull down قبل از فشردن کلید خروجی "0" و بعد از آن خروجی "1" منطقی می‌شود.



شکل ۱.۴ مدار کلید در (الف) حالت pull up و (ب) حالت pull down

روش سرکشی^۱ روشی برای باخبر شدن از یک واقعه است. در این روش مرتب و با سرعتی

^۱polling