

به نام آفریدگار هستی

برنامه‌سازی
میکروکنترلر AVR
به زبان C

مؤلف:

مهندس داود متولی زاده نایینی

مدرس دانشکده فنی شهید مهابر اصفهان

سرشناسه	: متولی زاده نائینی، داود، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: برنامه سازی میکرو کنترلر AVR به زبان C
مشخصات نشر	: اصفهان : کانون پژوهش ، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۲۴ ص. : مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۰۵-۱۶-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir
	: قابل دسترسی است.
شابک افزوده	: حبیبی، حمیده، ۱۳۵۸ -
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۹۴۳۷۹

برنامه سازی میکرو کنترلر AVR به زبان C

مؤلف : داود متولی زاده نائینی

ویراستار و صفحه آرا: حمیده حبیبی

طراح جلد : اکبر جعفری

ناشر : کانون پژوهش

نوبت چاپ : اول ۱۳۹۴

شمارگان : ۲۰۰۰ نسخه

شابک : ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۷۳۰۵ - ۱۶ - ۴

کلیه حقوق محفوظ است

قیمت : ۱۵۰۰۰ تومان

پیشگفتار

میکروکنترلرها به عنوان یک ابزار قدرتمند نزد مهندسان برق، الکترونیک و کامپیوتر شناخته شده‌اند. به طوری که امروزه کمتر دانشجو، شرکت یا موسسه‌ای می‌توان یافت که در کارهای آزمایشگاهی، تحقیقاتی و به خصوص کارهای تولیدی، تجاری و صنعتی از آن استفاده نکرده باشد و کارآیی آن را نداند. میکروکنترلرهای AVR امروزه سهم عمده‌ای از مصرف را به خود اختصاص داده‌اند. در این کتاب، دستورات و نحوه برنامه‌نویسی C آموزش داده شده است. خواننده این کتاب هیچ نیازی به دانستن اطلاعات اولیه در مورد زبان C ندارد. چون کلیه مطالب از پایه و ابتدا بیان شده است.

در هر فصل کتاب، قابلیت‌های میکروکنترلر با مثالهای نرم افزاری و سخت افزاری متعدد ذکر شده است. برای فهم بهتر و یادآوری مطالب هر بخش، تمرین‌هایی در پایان بخش‌ها گنجانده شده است. دانشجویان و هنرجویان محترم باید توجه داشته باشند که درک اصولی میکروکنترلرها، نیاز مبرم به انجام کار عملی یا نرم افزاری دارد. تا دانشجو در عمل یا به کمک شبیه ساز، با میکروکنترلر درگیر نشود، نمی‌تواند نکات ریز برنامه‌نویسی را یاد بگیرد. این کتاب، جهت برآورده شدن این مهم تدوین شده است.

در این کتاب سعی شده تا علاوه بر بیان ویژگی‌های میکروکنترلر AVR، پروژه‌هایی نیز در این زمینه معرفی شود. شما به کمک این پروژه‌ها، با اصول و نحوه استفاده از برخی قطعات

مهم الکترونیکی آشنا می‌شوید. اساتید محترم می‌توانند جهت تهیه فایل برنامه‌های این کتاب، با ایمیل مولف در تماس باشند.

لازم به توضیح است که کتابی دیگر توسط مولف تحت عنوان "پروژه‌های مهم الکترونیکی به کمک میکروکنترلر AVR" با عنوان زیر آماده شده که در صورت نیاز می‌تواند تهیه نمایند:

* LCD گرافیکی

* استپ موتورها

* MMC

* مازول ضبط و پخش MP3

* تابلو برد

* کنترل لایم الکتريکی از راه دور بکمک خط تلفن

* تشخیص دمع و اتصال به کمک امواج مادون قرمز

* کار با کنترل از راه دور تلویزیون

* کسینوس فی متر دیدن

* بازیابی کدهای ارسالی دستگاه کامپیوتر

* کار با مازول SIM900 (دریافت و ارسال SMS)

* کار با مازول RFID (کارت اتوبوس هوشمند و ...)

* کار با مازول GPS

* کار با سنسور فاصله یاب شارپ

در پایان از تمامی افرادی که به هر نحو مرا در تکمیل این اثر یاری نموده‌اند کمال قدردانی و تشکر را دارم. از جمله آقای مهندس مدیه ریاست محترمه انستیتو برق و آقای مهندس مدنی ریاست محترم و آقای دکتر حقیقی معاونت محترم پژوهشی دانشکده فنی شهید مهاجر اصفهان، که اینجانب را مورد حمایت‌های بی دریغ خویش قرار دادند. همچنین از زحمات خانم حمیده حبیبی به جهت صفحه آرایی و ویرایش کتاب تقدیر و تشکر می‌نمایم.

برای انجام کار عملی با میکروکنترلر، برد آموزشی طراحی شده که خوانندگان عزیز می‌توانند برای درخواست آن از طریق ایمیل مولف، اقدام نمایند. در پایان از خوانندگان عزیز تقاضا می‌کنم نظرات و پیشنهاد‌های خود را جهت بهبود مطالب این کتاب در چانهای بعدی به آدرس الکترونیکی Motavalizade@tyu.ac.ir و یا Motavalizade@gmail.com ارسال نمایند.

داود متولی زاده نایینی

ترم تحصیلی ۹۵-۹۴

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه

۱۱	۱-۱- مبنای دو
۱۲	۲-۱- مبنای هگزا
۱۲	۳-۱- امکانات میکروکنترلر Atmega32

فصل ۲: آشنایی با دستورات زبان C در AVR

۲۰	۱-۲- زبان برنامه نویسی
۲۰	۱-۱-۲- زبان اسمبلی
۲۰	۲-۱-۲- زبان بیسیک
۲۰	۳-۱-۲- زبان سی
۲۱	۲-۲- درگاه های ATmega32
۲۱	۱-۲-۲- استفاده از درگاه بصورت خروجی
۲۲	۳-۲- استفاده از نرم افزار کدویژن
۲۲	۱-۳-۲- کار با نرم افزار کدویژن
۲۶	۴-۲- ساختار برنامه در زبان C
۲۸	۵-۲- کار با نرم افزار پرتئوس
۳۰	۱-۵-۲- توضیح رنگها در پرتئوس
۳۰	۶-۲- توابع تاخیر
۳۲	۷-۲- تعریف متغیر
۳۴	۸-۲- نحوه تعیین نوع حافظه
۳۵	۹-۲- ابزارهای برنامه سازی در زبان C
۳۵	۱-۹-۲- ساختارهای تکرار و تصمیم گیری
۳۶	۲-۹-۲- ساختارهای تکرار
۳۶	۳-۹-۲- ساختار while
۳۷	۴-۹-۲- ساختار do ... while
۳۷	۵-۹-۲- ساختار for

۴۰	۲-۹-۶- عملگرهای شرطی در زبان C
۴۱	۲-۹-۷- سایر عملگرهای زبان C
۴۳	۲-۹-۸- ساختارهای تصمیم
۴۵	۲-۹-۹- ساختار تصمیم switch
۴۶	۲-۱۰-۱- کار با LEDهای سه رنگ
۴۹	۲-۱۱-۱۱- دات ماتریس LED
۴۹	۲-۱۱-۱- نحوه اتصال LEDها
۵۰	۲-۱۱-۲- چگونگی نمایش تصویر به طور کامل
۵۱	۲-۱۱-۳- ایجاد نوشته و تصاویر روان
۵۲	۲-۱۲- راههای راه اندازی ادوات پر توان
۵۴	۲-۱۳- نکته‌های تکمیلی این فصل
۵۵	۲-۱۴- مسائل

فصل ۳: کار عملی با میکروکنترلر

۵۷	۳-۱- حداقل سخت افزار برای کار عملی با ATmega32
۵۹	۳-۲- تغذیه میکروکنترلر
۶۲	۳-۳- فیوز بیت
۶۳	۳-۱-۳- سخت افزار به کمک نرم افزار بستایی فرکانس پایین
۶۳	۳-۲-۳- سخت افزار به کمک نوسان ساز خارجی
۶۴	۳-۳-۳- سخت افزار به کمک کلاک خارجی

فصل ۴: نمایش بر روی سون سگمنت

۶۵	۴-۱- نمایش بدون استفاده از دیکدر
۶۶	۴-۲- نمایش با استفاده از دیکدر
۶۸	۴-۳- نمایش چند رقمی
۷۲	۴-۴- تابع یا زیر برنامه
۷۳	۴-۴-۱- نحوه کار تابع
۷۳	۴-۴-۲- نحوه تعریف تابع
۷۶	۴-۵- هوشمند نمودن کنترل ترافیک
۷۶	۴-۶- استفاده از حافظه EEPROM
۷۷	۴-۷- ایجاد برنامه رجیستر نشده
۷۷	۴-۸- مسائل

فصل ۵: کار با LCD متنی

۷۹	۵-۱- توصیف پایه‌های LCD
۸۱	۵-۲- کار با LCD به کمک کدویژن
۸۲	۵-۳- توابع مربوط به نمایشگر LCD متنی
۸۷	۵-۴- ساخت کاراکتر جدید
۸۸	۵-۵- استفاده از کتابخانه stdlib.h

۸۹	۵-۶- مسائل
----	------------

فصل ۶: کلید خوانی

۹۱	۱-۶- رجیستر DDR
۹۱	۲-۶- رجیستر PORT
۹۲	۳-۶- رجیستر PIN
۹۲	۴-۶- کلید حساس به سطح صفر
۹۳	۵-۶- کلید حساس به سطح یک
۹۳	۶-۶- تشخیص لبه پایین رونده
۹۴	۷-۶- لرزش گیری از کلید
۹۵	۸-۶- تشخیص لبه بالا رونده
۹۵	۹-۶- ربات تعقیب حرکت
۹۶	۱-۹-۶- طرز کار رد گیرنده
۹۶	۲-۹-۶- تشخیص خط به خط منور مادون قرمز
۹۷	۳-۹-۶- حداقل سخت افزار برای ربات
۹۷	۴-۹-۶- نحوه برنامه نویسی ربات
۹۸	۵-۹-۶- برنامه ربات
۹۹	۱۰-۶- مسائل

فصل ۷: کلید خوانی بکمک وقفه

۱۰۱	۱-۷- تعریف اینترپت یا وقفه
۱۰۲	۲-۷- آدرس محل زیر روال های وقفه
۱۰۳	۳-۷- استفاده از وقفه های خارجی
۱۱۲	۴-۷- افزایش دادن تعداد وقفه ها
۱۱۳	۵-۷- حرکت دادن آدرس زیر روال وقفه ها
۱۱۳	۱-۵-۷- تغییر آدرس بردار ریست
۱۱۵	۲-۵-۷- تغییر آدرس بردار وقفه ها
۱۱۶	۶-۷- مسائل

فصل ۸: صفحه کلید ۴×۴

۱۱۷	۱-۸- روش پویش صفحه کلید
۱۱۸	۱-۱-۸- بدست آوردن شماره سطر
۱۲۰	۲-۸- روش تبدیل تابع به کتابخانه
۱۲۴	۳-۸- کلید خوانی در وقفه
۱۲۴	۴-۸- مسائل

فصل ۹: زمان سنج و شمارنده (تایمر و کانتر)

۱۲۷	۱-۹- تایمرهای AVR
۱۲۸	۲-۹- قابلیت های تایمر/کانتر صفر

۱۲۸	۳-۹- قابلیت‌های تایمر/کانتر یک
۱۲۹	۴-۹- قابلیت‌های تایمر دو
۱۲۹	۵-۹- تایمر صفر، یک و دو بعنوان زمان سنج ساده
۱۲۹	۱-۵-۹- تایمر صفر
۱۳۳	۲-۵-۹- تایمر یک
۱۳۴	۳-۵-۹- تایمر دو
۱۳۴	۶-۹- ساخت دایمر دیجیتال
۱۳۶	۷-۹- شمارنده (کانتر)
۱۳۷	۱-۷-۹- اندازه‌گیری دور موتورهای الکتریکی
۱۳۹	۲-۷-۹- ساخت فرکانس متر
۱۴۱	۸-۹- مسائل

فصل ۱۰: تایمر صفر و دو در حالت پیشرفته

۱۴۴	۱-۱۰- تایمر کانتر در حالت عادی
۱۴۷	۲-۱۰- تایمر/کانتر در حالت مقایسه (CT)
۱۴۸	۱-۲-۱۰- کاربرد CTC
۱۴۹	۳-۱۰- تایمر/کانتر در حالت PWM سریع یا تک شیب
۱۵۱	۴-۱۰- تایمر/کانتر در حالت PWM تصحیح فاز یا دو شیب
۱۵۲	۵-۱۰- خلاصه عملکرد تایمرها در حالت پیشرفته
۱۵۳	۶-۱۰- یک کاربرد جالب حالت PWM
۱۵۳	۷-۱۰- کنترل دور و تعیین جهت حرکت موتور DC
۱۵۴	۸-۱۰- عملکرد RTC
۱۵۶	۹-۱۰- مسائل

فصل ۱۱: تایمر یک در حالت پیشرفته

۱۵۷	۱-۱۱- رجیسترهای کنترلی تایمر/کانتر یک
۱۵۸	۲-۱۱- تایمر/کانتر در حالت عادی
۱۵۹	۱-۲-۱۱- مراحل استفاده از تایمر در حالت عادی
۱۶۰	۳-۱۱- تایمر/کانتر در حالت مقایسه (CTC)
۱۶۰	۱-۳-۱۱- کاربرد CTC
۱۶۱	۲-۳-۱۱- مراحل برنامه‌نویسی برای استفاده از تایمر در مد CTC
۱۶۱	۴-۱۱- تایمر/کانتر در حالت PWM سریع یا تک شیب
۱۶۳	۵-۱۱- تایمر/کانتر در حالت PWM تصحیح فاز یا دو شیب
۱۶۴	۶-۱۱- تایمر/کانتر در حالت PM تصحیح فاز و فرکانس
۱۶۶	۷-۱۱- تایمر/کانتر در حالت تسخیر
۱۶۸	۱-۷-۱۱- کاربردهایی از حالت تسخیر
۱۶۸	۱-۱-۷-۱۱- خازن سنج
۱۶۹	۲-۱-۷-۱۱- فاصله سنج آلتراسونیک
۱۶۹	۳-۱-۷-۱۱- طریقه اندازه‌گیری فاصله بکمک مازول SRF04 یا SRF05

۱۶۹	۸-۱۱- مسائل
-----	-------------

فصل ۱۲: منابع ریست، تایمر Watchdog و مدیریت توان

۱۷۱	۱۲-۱- منابع ریست
۱۷۳	۱۲-۲- رجیستر (MCU Control and Status Register) MCUCSR
۱۷۳	۱۲-۳- شناسایی منبع ریست در زبان C
۱۷۴	۱۲-۴- تایمر نگهبان
۱۷۴	۱۲-۴-۱- نحوه استفاده از تایمر نگهبان
۱۷۵	۱۲-۴-۲- جلوگیری از هنگ کردن یا متوقف شدن CPU
۱۷۶	۱۲-۵- مدیریت توان
۱۷۷	۱۲-۵-۱- مد Idle
۱۷۷	۱۲-۵-۲- مد ADC noise reduction
۱۷۸	۱۲-۵-۳- مد Power down
۱۷۸	۱۲-۵-۴- مد Power Save
۱۷۸	۱۲-۵-۶- مد Extended standby
۱۷۹	۱۲-۵-۷- فعال کردن حالت در بواب Idle
۱۸۰	۱۲-۶- مسائل

فصل ۱۳: کار با ADC و مقایسه کننده آنالوگ

۱۸۱	۱۳-۱- آشنایی مختصر با ADC در میکروکنترلر AVR
۱۸۳	۱۳-۲- راه اندازی ADC
۱۸۷	۱۳-۳- خلاصه مراحل مورد نیاز برای استفاده از ADC
۱۸۸	۱۳-۴- اندازه گیری دما به کمک LM35DZ
۱۸۸	۱۳-۴-۱- اندازه گیری دمای مثبت
۱۸۸	۱۳-۴-۲- اندازه گیری دمای منفی
۱۸۸	۱۳-۴-۳- مدار تعیین علامت
۱۹۲	۱۳-۵- کاهش اثر نویز بر روی ADC
۱۹۳	۱۳-۶- خواندن چند کلید توسط یک پایه
۱۹۳	۱۳-۷- سنسور LDR و لوکس متر
۱۹۳	۱۳-۷-۱- مدار راه اندازی LDR
۱۹۳	۱۳-۷-۲- سنسورهای کاربردی مشابه LDR
۱۹۵	۱۳-۸- کانالهای بهره تفاضلی
۱۹۵	۱۳-۹- ولت متر دیجیتال با تعیین رنج اتوماتیک
۱۹۶	۱۳-۱۰- اندازه گیری مقدار موثر ولتاژ AC
۱۹۷	۱۳-۱۱- اهم متر با رنج اتوماتیک
۱۹۹	۱۳-۱۲- مقایسه کننده آنالوگ در AVR
۲۰۱	۱۳-۱۳- توضیح تنظیمات مربوط به مقایسه کننده آنالوگ در CodeVision
۲۰۱	۱۳-۱۴- ساخت ADC با دقت بسیار بالا
۲۰۲	۱۳-۱۵- مسائل

فصل ۱۴: ارتباط سریال با وسایل جانبی

۲۰۳	۱-۱۴-۱ ارتباط سریال USART
۲۰۳	۱-۱۴-۱-۱ نحوه‌ی استفاده از درگاه سریال
۲۰۹	۱-۱۴-۲ استفاده از کامپیوتر برای تبادل سریال با میکروکنترلر
۲۱۱	۱-۱۴-۳ استفاده از وقفه در تبادل سریال
۲۱۵	۱-۱۴-۴ تبادل اطلاعات به کمک امواج مادون قرمز
۲۱۷	۱-۱۴-۵ تبادل اطلاعات به کمک امواج رادیویی
۲۱۸	۱-۱۴-۲ پروتکل I2C
۲۱۸	۱-۱۴-۲-۱ ارتباط با LM75
۲۱۹	۱-۱۴-۲-۲ ارتباط با DS1621
۲۱۹	۱-۱۴-۳-۱ ارتباط با ساعت زمان واقعی
۲۲۰	۱-۱۴-۲-۴ ارتباط با EEPROM سریال
۲۲۱	۱-۱۴-۳ پروتکل 2 Wire (I2C)
۲۲۱	۱-۱۴-۴ پروتکل 1 Wire
۲۲۱	۱-۱۴-۵ پروتکل SPI
۲۲۴	۱-۱۴-۶ مسائل