

بسم الله الرحمن الرحيم

مرجع کامل و جامع

میکروکنترلرهای

AVR

تألیف:

مهندس عباس نعمتی

مهندس علی حبیبی

اعضاء هیأت علمی دانشکده مهندسی برق و الکترونیک

دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

بهار ۱۳۹۲

سرشناسه	: نعمتی، عباس، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: مرجع کامل و جامع میکروکنترلرهای AVR / تألیف عباس نعمتی، علی حبیبی.
مشخصات نشر	: تهران : دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۴۵۰ ص.
شابک	: ۲۱۹۰۰۰ ریال 7-513-463-978-978-964-463-513-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: میکروکنترلر ا. وی. آر. اتمل
موضوع	: کنترل کننده های برنامه پذیر
موضوع	: سیستم های کامپیوتری درونه ای -- طرح و ساختمان
موضوع	: ریزپردازنده ها
موضوع	: سیستم های کنترل رقمی
شناسه نزو	: حبیبی، علی، ۱۳۵۱ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ن ۷۷ / ۷۲۲۳ TJ
رده بندی دیویی	: ۶۲۹ / ۸۹۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۲۴۶۰۵



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۱/۶/۲۹ شورای چاپ
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است

کتاب	: مرجع کامل و جامع میکروکنترلرهای AVR
تألیف	: مهندس عباس نعمتی - مهندس علی حبیبی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: بهار ۱۳۹۲
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۱۹۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۵۱۳-۷
	تلفن مرکز پخش: ۸۰۸ - ۶۶۲
	ISBN : 978-964-463-513-7

آدرس : خیابان ولیعصر روبروی خیابان بزرگمهر ، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

این کتاب برای جلوگیری از انتشار غیر مجاز رمزگذاری شده است

فهرست

عنوان	صفحه
I..... مقدمه	۱
فصل اول: ویژگی‌های سخت‌افزاری میکروکنترلر AVR (ATMEGA32).....	۱
۱..... مقدمه	۱
۱-۱..... مشخصات سخت‌افزاری میکروکنترلر ATMEGA32	۱
۱-۱-۱..... حافظه	۲
۱-۱-۲..... درگاه‌های ارتباطی	۲
۱-۱-۳..... تایمر/شمارنده و شمارنده	۲
۱-۱-۴..... تغذیه و فرکانس کاری	۳
۱-۱-۵..... ساختار بسته‌بندی IC میکرو ATMEGA32	۳
۱-۵-۱-۱..... مفهوم علائم اختصاری روی	۴
۲-۱..... بلوک دیاگرام داخلی میکروکنترلر ATMEGA32	۵
۳-۱..... معماری هسته داخلی میکروکنترلر ATMEGA32	۸
۴-۱..... ثبات حالت (SREG) میکروکنترلر	۱۰
۵-۱..... معرفی پایه‌های IC میکروکنترلر	۱۳
تمرین	۱۵
مراجع	۱۶
فصل دوم: درگاه‌های ورودی/خروجی موازی میکروکنترلر ATMEGA32.....	۱۷
۱۷..... مقدمه	۱۷
۱-۲..... ساختار سخت‌افزاری درگاه‌ها	۱۸
۲-۲..... برنامه‌ریزی درگاه‌ها جهت تبادل اطلاعات با تجهیزات خارجی	۲۰
۱-۲-۲..... وظیفه ثبات DDR	۲۱
۲-۲-۲..... وظیفه ثبات PORT	۲۲

۲۳	مثال (۱-۲).....
۲۳	۳-۲-۲) وظیفه ثبات PIN.....
۲۴	۳-۲) وظایف اختصاصی درگاههای ورودی/خروجی (I/O).....
۲۴	۱-۳-۲) وظیفه اختصاصی درگاه A.....
۲۵	۲-۳-۲) وظیفه اختصاصی درگاه B.....
۲۷	۳-۳-۲) وظیفه اختصاصی درگاه C.....
۲۹	۴-۳-۲) وظیفه اختصاصی درگاه D.....
۳۱	تمرین.....
۳۳	مراجع.....
۳۳	فصل سوم: سازمان حافظه میکروکنترلر ATMEGA32.....
۳۳	مقدمه.....
۳۳	۱-۳) معرفی حافظه‌های میکروکنترلر ATMEGA.....
۳۴	۲-۳) کاربرد حافظه‌های داخلی.....
۳۵	۳-۳) فضای آدرس‌دهی حافظه‌های داخلی.....
۳۵	۱-۳-۳) حافظه فلش.....
۳۶	۲-۳-۳) حافظه SRAM.....
۳۷	۳-۳-۳) فضای حافظه I/O.....
۳۸	۴-۳-۳) حافظه E2PROM.....
۳۹	۱-۴-۳-۳) وظیفه ثبات EEAR.....
۳۹	۲-۴-۳-۳) وظیفه ثبات EEDR.....
۴۰	۳-۴-۳-۳) وظیفه ثبات EECR.....
۴۱	۴-۳) خواندن محتوی حافظه E2PROM.....
۴۱	۵-۳) نوشتن (ذخیره) داده در حافظه E2PROM.....
۴۲	۶-۳) پشته.....
۴۴	تمرین.....
۴۵	مراجع.....

فصل چهارم: برنامه‌ریزی میکروکنترلرهای AVR	۴۷
مقدمه	۴۷
۴-۱) بیت قفل‌ها	۴۷
۴-۱-۱) کاربرد بیت‌های LB1 و LB2	۴۸
۴-۱-۲) کاربرد بیت‌های BLB	۴۹
۴-۲) فیلتر بیت‌ها	۵۰
۴-۳) سیستم برنامه‌ریزی میکروکنترلرهای AVR	۵۳
۴-۳-۱) برنامه‌ریزی از طریق درگاه سریال	۵۳
۴-۳-۲) برنامه‌ریزی از طریق درگاه‌های موازی	۵۳
۴-۳-۳) برنامه‌ریزی از طریق درگاه JTAG	۵۶
۴-۳-۴) برنامه‌ریزی از طریق خود میکروکنترلر	۵۶
تمرین	۵۷
مراجع	۵۸
فصل پنجم: منابع پالس ساعت، ریست و مدیت توان در میکروکنترلرهای AVR	۵۹
مقدمه	۵۹
۵-۱) توزیع پالس ساعت	۵۹
۵-۲) منابع پالس ساعت	۶۰
۵-۲-۱) زمان شروع به کار	۶۱
۵-۲-۲) منبع پیش فرض پالس ساعت	۶۱
۵-۲-۳) منبع پالس ساعت خارجی	۶۲
۵-۲-۴) نوسان ساز RC خارجی	۶۳
۵-۲-۵) نوسان ساز کریستالی	۶۴
۵-۲-۶) نوسان ساز کریستالی فرکانس پایین	۶۶
۵-۲-۷) نوسان ساز RC کالیبره شده داخلی	۶۷
۵-۳) مدیریت توان و حالت‌های خواب میکروکنترلر	۶۸
۵-۳-۱) ورود و انتخاب حالت‌های خواب	۶۸
۵-۳-۲) بررسی حالت‌های خواب میکروکنترلر	۷۰

۶۰	(۱-۲-۳-۵)حالت آزاد (بی اساس)
۶۰	(۲-۲-۳-۵)حالت کاهش نویز ADC
۶۰	(۳-۲-۳-۵)حالت قطع توان
۶۱	(۴-۲-۳-۵)حالت ذخیره توان
۶۱	(۴-۲-۳-۵)حالت انتظار
۶۱	(۲-۳-۵)حالت انتظار گسترش یافته
۶۳	(۴-۵)کتب سیستم و ریست
۶۳	(۱-۴-۵)ریست
۶۳	(۱-۱-۴-۵)ریست به دلیل افزایش ولتاژ تغذیه
۶۴	(۲-۱-۴-۵)ریست خارجی
۶۴	(۳-۱-۴-۵)ریست از طریق تایمر نگهبان
۶۵	(۴-۱-۴-۵)ریست از طریق مدار آشکارساز جریان
۶۶	(۵-۱-۴-۵)ریست از طریق درگاه IT^+G
۶۸	تمرین
۶۹	مراجع

۸۱	فصل ششم: روش های آدرس دهی، دستورالعمل ها و دستورات اسمبلی در میکروکنترلر
۸۱	مقدمه
۸۱	(۱-۶) روش های آدرس دهی
۸۲	(۱-۱-۶) تعریف روش آدرس دهی
۸۲	(۲-۶) انواع روش های آدرس دهی
۸۲	(۱-۲-۶) آدرس دهی ثباتی از طریق یکی از ثبات های عمومی
۸۳	(۲-۲-۶) آدرس دهی ثباتی از طریق دو ثبات عمومی
۸۳	(۳-۲-۶) آدرس دهی ثباتی از طریق ثبات های فضای I/O
۸۴	(۴-۲-۶) آدرس دهی مستقیم در فضای حافظه داده
۸۵	(۵-۲-۶) آدرس دهی غیرمستقیم در فضای حافظه داده
۸۶	(۶-۲-۶) آدرس دهی غیرمستقیم در فضای حافظه داده به همراه تغییر مکان
۸۶	(۷-۲-۶) آدرس دهی غیرمستقیم فضای حافظه داده با یک واحد کاهش

۸۷	۸-۲-۶) آدرس دهی غیرمستقیم فضای حافظه داده با یک واحد افزایش
۸۷	۹-۲-۶) آدرس دهی مستقیم حافظه برنامه
۸۸	۱۰-۲-۶) آدرس دهی غیرمستقیم حافظه برنامه
۸۸	۱۱-۲-۶) آدرس دهی نسبی حافظه برنامه
۸۹	۱۲-۲-۶) آدرس دهی حافظه برنامه جهت دستیابی به داده‌ها
۸۹	۳-۶) دستورات ATMEGA32
۹۰	۱-۳-۶) دستورات انتقال داده
۹۱	۱-۳-۶) انتقال داده بین ثبات‌های داخلی
۹۱	مثال (۱-۶)
۹۲	مثال (۲-۶)
۹۲	۲-۱-۳-۶) انتقال داده حافظه داده و ثبات‌های داخلی
۹۲	مثال (۳-۶)
۹۶	۳-۱-۳-۶) انتقال داده بین حافظه برنامه و ثبات‌های داخلی
۹۷	۴-۱-۳-۶) انتقال داده بین درگاه‌ها و ثبات‌های داخلی
۹۸	۵-۱-۳-۶) ذخیره و فراخوانی داده‌ها در پورت
۹۹	مثال (۴-۶)
۹۹	مثال (۵-۶)
۱۰۰	۲-۳-۶) دستورات حسابی
۱۰۰	۱-۲-۳-۶) دستورات جمع
۱۰۰	مثال (۶-۶)
۱۰۱	مثال (۷-۶)
۱۰۳	مثال (۸-۶)
۱۰۳	۲-۲-۳-۶) دستورات تفریق
۱۰۴	مثال (۹-۶)
۱۰۶	۳-۲-۳-۶) دستورات ضرب
۱۰۶	مثال (۱۰-۶)
۱۰۸	مثال (۱۱-۶)
۱۱۰	۴-۲-۳-۶) دستور INC

۱۱۰	مثال (۱۲-۶)
۱۱۱	دستور DEC (۵-۲-۳-۶)
۱۱۱	مجموعه دستورات منطقی (۶-۲-۳-۶)
۱۱۱	مثال (۱۳-۶)
۱۱۳	مثال (۱۴-۶)
۱۱۴	مثال (۱۵-۶)
۱۱۴	دستور COM (۵-۲-۳-۶)
۱۱۵	مثال (۱۶-۶)
۱۱۵	دستور DE (۸-۲-۳-۶)
۱۱۵	مثال (۱۷-۶)
۱۱۶	دستور SBR (۹-۲-۳-۶)
۱۱۶	مثال (۱۸-۶)
۱۱۷	دستور CBR (۱۰-۲-۳-۶)
۱۱۷	مثال (۱۹-۶)
۱۱۸	دستور CLR (۱۱-۲-۳-۶)
۱۱۸	دستور SET (۱۲-۲-۳-۶)
۱۱۸	دستور TST (۱۳-۲-۳-۶)
۱۱۹	مجموعه دستورات شیفت (۱۴-۲-۳-۶)
۱۲۰	مثال (۲۰-۶)
۱۲۱	مثال (۲۱-۶)
۱۲۲	مثال (۲۲-۶)
۱۲۳	مثال (۲۳-۶)
۱۲۴	مثال (۲۴-۶)
۱۲۵	مثال (۲۵-۶)
۱۲۵	مجموعه دستورات بیتی و تست بیت (۱۵-۲-۳-۶)
۱۲۹	مثال (۲۶-۶)
۱۳۰	مجموعه دستورات انشعاب و فراخوانی (۱۶-۲-۳-۶)
۱۳۰	دستورات پرش غیرشرطی (۱-۱۶-۲-۳-۶)

۱۳۲	دستورات پرش شرطی (۲-۱۶-۲-۳-۶)
۱۳۲	مثال (۲۷-۶)
۱۳۳	مثال (۲۸-۶)
۱۳۴	مثال (۲۹-۶)
۱۳۴	مثال (۳۰-۶)
۱۳۵	مثال (۳۱-۶)
۱۴۱	دستورات فراخوانی و برگشت از زیربرنامه‌ها (۳-۱۶-۲-۳-۶)
۱۴۳	مجموعه دستورات کنترلی (MCU) (۱۷-۲-۳-۶)
۱۴۵	تمرین
۱۴۹	مراجع
۱۵۱	فصل هفتم: ساختار برنامه‌نویسی در زبان اسمبلی و دستورات اسمبلر
۱۵۱	مقدمه
۱۵۱	۱-۷ زبان اسمبلی
۱۵۲	۱-۱-۷ روش تبدیل برنامه از زبان اسمبلی به ماشین
۱۵۳	۲-۱-۷ ساختار دستورات در زبان اسمبلی
۱۵۴	۳-۱-۷ مجموعه دستورات اسمبلر
۱۵۷	۴-۱-۷ تعریف مبنای اعداد در زبان اسمبلی
۱۵۸	۵-۱-۷ تعریف رشته‌های کاراکتر در برنامه
۱۵۸	۶-۱-۷ استفاده از عملگرهای حسابی، منطقی، شیفت و رابطه‌ای در بخش دستورات
۱۵۹	۱-۶-۱-۷ انواع عملگرهای حسابی
۱۵۹	۲-۶-۱-۷ انواع عملگرهای منطقی
۱۶۰	۳-۶-۱-۷ انواع عملگرهای شیفت
۱۶۰	۴-۶-۱-۷ انواع عملگرهای رابطه‌ای
۱۶۱	۵-۶-۱-۷ توابع ویژه
۱۶۲	تمرین
۱۶۳	مراجع

فصل هشتم: ساختار وقفه‌ها در میکروکنترلرهای AVR	۱۶۵
مقدمه	۱۶۵
۱-۸) تعریف وقفه	۱۶۵
۱-۱-۸) روش ورود به برنامه سرویس وقفه (ISR)	۱۶۶
۲-۱-۸) روش برگشت از برنامه سرویس وقفه (ISR)	۱۶۶
۲-۸) انواع منابع وقفه در میکروکنترلر ATMEGA32	۱۶۶
۳-۸) فعال/غیرفعال‌سازی وقفه‌ها	۱۶۶
۴-۸) اولویت‌بندی وقفه‌ها	۱۶۷
۵-۸) بردارهای وقفه	۱۶۷
۷-۸) بررسی منابع وقفه در میکروکنترلر ATMEGA32	۱۶۷
۱-۷-۸) وقفه‌های خارجی	۱۶۸
۱-۱-۷-۸) فعال/غیرفعال‌سازی وقفه‌های خارجی	۱۷۲
۲-۷-۸) وقفه‌های داخلی و نوع فعال‌سازی آنها	۱۷۳
تمرین	۱۷۶
مراجع	۱۷۷

فصل نهم: تایمر/شمارنده	۱۷۹
مقدمه	۱۷۹
۱-۹) تایمر/شمارنده	۱۷۹
۱-۱-۹) کاربرد تایمر/شمارنده در میکروکنترلرها	۱۸۰
۲-۱-۹) ساختار سخت‌افزاری تایمر/شمارنده	۱۸۰
۳-۱-۹) چرخه کاری تایمر/شمارنده	۱۸۰
۲-۹) تعداد تایمر/شمارنده میکروکنترلر AVR نوع ATMEGA32	۱۸۱
۱-۲-۹) تایمر/شمارنده صفر (هشت بیتی)	۱۸۱
۱-۱-۲-۹) عملکرد ثبات TCCR0	۱۸۵
۲-۱-۲-۹) ثبات TCNT0	۱۹۲
۳-۱-۲-۹) ثبات OCR0	۱۹۲
۴-۱-۲-۹) ثبات TIMSK	۱۹۲

۱۹۳	 ثبات TIFR (۵-۱-۲-۹)
۱۹۴	 تایمر/شمارنده یک (شانزده بیتی) (۲-۲-۹)
۱۹۵	 ثبات TCNT1 (۱-۲-۲-۹)
۱۹۶	 ثبات OCR1A/B (۲-۲-۲-۹)
۱۹۶	 ثبات ICR1 (۳-۲-۲-۹)
۱۹۷	 ثبات های TCCR1A, TCCR1B (۲-۲-۲-۹)
۲۱۰	 پرچم های تایمر/شمارنده یک (۲-۲-۹)
۲۱۱	 تایمر/شمارنده دو (هشت بیتی) (۳-۲-۹)
۲۱۳	 واحد تایمر/شمارنده دو (۱-۳-۲-۹)
۲۱۴	 واحد تایمر/شمارنده دو (۲-۳-۲-۹)
۲۱۴	 حالت کاری تایمر/شمارنده دو (۳-۳-۲-۹)
۲۲۱	 پرچم های تایمر/شمارنده دو (۴-۳-۲-۹)
۲۲۱	 بیت های فعال ساز وقفه تایمر/شمارنده دو (۵-۳-۲-۹)
۲۲۲	 واحد پیش تقسیم کننده تایمر/شمارنده دو (۶-۳-۲-۹)
۲۲۴	 تمرین
۲۲۵	 مراجع
۲۲۷	 فصل دهم: واسطه سریال
۲۲۷	 مقدمه
۲۲۷	 (۱-۱۰) عملکرد انواع واسطه سریال در میکروکنترلر ATMEGA32
۲۲۷	 (۱-۱-۱۰) واسطه سریال SPI (واسطه جانبی سریال)
۲۳۰	 (۱-۱-۱-۱۰) بررسی عملکرد ثبات SPCR
۲۳۴	 (۲-۱-۱-۱۰) بررسی عملکرد ثبات SPSR
۲۳۵	 (۳-۱-۱-۱۰) بررسی عملکرد ثبات SPDR
۲۳۵	 (۲-۱-۱۰) واسطه سریال USART
۲۳۷	 (۱-۲-۱-۱۰) بخش مولد پالس ساعت در ساختار واسطه USART
۲۴۰	 (۲-۲-۱-۱۰) عملکرد ثبات های واسطه سریال USART
۲۴۸	 (۳-۱-۱۰) واسطه سریال دوسیمه (TWI)

۲۵۱ عملکرد ثبات‌های واسطه سریال دوسیمه (TWI).....

۲۵۹ تمرین

۲۶۰ مراجع

۲۶۱ فصل یازدهم: ارتباط میکروکنترلر با سیگنال‌های آنالوگ

۲۶۱ مقدمه

۲۶۱ ۱-۱۱) ملکه مقایسه‌کننده آنالوگ میکروکنترلر ATMEGA32

۲۶۲ ۱-۱-۱۱) عملکرد ثبات ACSR در مقایسه‌کننده آنالوگ

۲۶۵ ۲-۱۱) عملکرد ملکه آنالوگ به دیجیتال میکروکنترلر ATMEGA32

۲۶۸ ۱-۲-۱۱) عملکرد ملکه ADMUX

۲۷۱ ۲-۲-۱۱) عملکرد ثبات ALCF

۲۷۳ ۳-۲-۱۱) عملکرد ثبات‌های ADCH و ADSC

۲۸۰ تمرین

۲۸۱ مراجع

۲۸۳ فصل دوازدهم: درگاه JTAG

۲۸۳ مقدمه

۲۸۳ ۱-۱۲) معرفی و عملکرد درگاه JTAG

۲۸۴ ۲-۱۲) پایه‌های میکروکنترلر AVR برای استفاده درگاه JTAG

۲۸۴ ۳-۱۲) ساختار درگاه JTAG

۲۸۵ ۱-۳-۱۲) بررسی واحد کنترل‌کننده TAP در ساختار درگاه JTAG

۲۸۹ تمرین

۲۹۰ مراجع

۲۹۱ فصل سیزدهم: پروژه‌های کاربردی به زبان‌های اسمبلی، بیسیک و C

۲۹۱ مقدمه

۲۹۲ مثال (۱-۱۳)

۳۴۸ مثال (۲-۱۳)

مثال (۳-۱۳) ۳۶۰

فصل چهاردهم: اسمبلر AVR، نرم افزار Codevision.Bascom و نحوه ایجاد و انتقال -

کدهای هگزادسیمال به میکروکنترلر ۳۶۷

مقدمه ۳۶۷

۱-۱۴) نحوه استفاده از اسمبلر AVR برای ایجاد کد هگزادسیمال و انتقال آن به حافظه

داخلی میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۶۷

۲-۱۴) نحوه استفاده از نرم افزار Bascom برای ایجاد کد هگزادسیمال و انتقال آن به حافظه

داخلی میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۷۱

۳-۱۴) نحوه استفاده از نرم افزار Codevision برای ایجاد کد هگزادسیمال و انتقال آن به

حافظه داخلی میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۷۳

۴-۱۴) نحوه استفاده از یک پروگرامر نمونه برای انتقال کد هگزادسیمال به حافظه داخلی

میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۷۷

ضمایم ۳۸۱

ضمیمه ۱: جدول خلاصه دستورات (منطقی و حسابی) ۳۸۱

ضمیمه ۲: جدول خلاصه دستورات (انشعابی - پرش) ۳۸۲

ضمیمه ۳: جدول خلاصه دستورات (انتقال داده) ۳۸۴

ضمیمه ۴: جدول خلاصه دستورات (بیتی و تست بیت) ۳۸۶

ضمیمه ۵: جدول خلاصه دستورات (کنترل MCU) ۳۸۷

ضمیمه ۶: جدول ثبات های ویژه ۳۸۸

ضمیمه ۷: مشخصات الکتریکی میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۸۹

ضمیمه ۸: مشخصات ساختار فیزیکی میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۹۱

واژه نامه انگلیسی - فارسی ۳۹۳

واژه نامه فارسی - انگلیسی ۴۰۵

فهرست راهنما ۴۱۷

فهرست شکل‌ها و جدول‌ها

- شکل ۱-۱: ساختار بسته‌بندی دوطرفه IC ۳
- شکل ۲-۱: ساختار بسته‌بندی چهارطرفه IC ۴
- شکل ۳-۱: بلوک دیاگرام داخلی میکروکنترلر ATMEGA32 ۶
- شکل ۴-۱: مدار مجتمع (IC) نوع دو طرفه (PDIP) به همراه مشخصات پایه‌ها ۷
- شکل ۱-۱: مدار مجتمع (IC) نوع چهارطرفه (TQFP) به همراه مشخصات پایه‌ها ۷
- شکل ۶-۱: بلوک دیاگرام هسته اصلی میکروکنترلر ATMEGA32 ۸
- شکل ۷-۱: آدرس‌دهی حافظه ۹
- شکل ۱-۲: ساختار سخت‌افزار برای برقراری ارتباط درگاه ۱۸
- شکل ۲-۲: مدار کامل هر بیت از درگاه ۱۹
- شکل ۱-۳: نقشه حافظه داده ۳۸
- شکل ۱-۴: برنامه‌ریزی از طریق درگاه سریال ۵۳
- شکل ۲-۴: برنامه‌ریزی از طریق درگاه‌های موازی ۵۴
- شکل ۱-۵: ساختار توزیع پالس ساعت ۶۰
- شکل ۲-۵: ساختار راه‌اندازی پالس ساعت خارجی ۶۲
- شکل ۳-۵: خازن بین پایه XTAL1 و GND ۶۲
- شکل ۴-۵: ساختار نوسان‌ساز RC خارجی ۶۳
- شکل ۴-۵: ساختار نوسان‌ساز کریستالی ۶۵
- شکل ۵-۵: ساختار نوسان‌ساز کریستالی فرکانس پایین ۶۶
- شکل ۶-۵: ریست از طریق افزایش ولتاژ تغذیه ۷۴
- شکل ۷-۵: ریست خارجی ۷۴
- شکل ۸-۵: ریست از طریق تایمر نگهدارنده ۷۵
- شکل ۹-۵: ریست از طریق مدار آشکارساز ولتاژ ۷۶

شکل ۷-۱: ساختار تبدیل برنامه از زبان اسمبلی به زبان ماشین (فایل Hex)..... ۱۵۳

شکل ۹-۱: ساختار تایمر/شمارنده صفر (۸ بیتی)..... ۱۸۲

شکل ۹-۲: بلوک دیاگرام بخش شمارنده صفر..... ۱۸۳

شکل ۹-۳: بخش مقایسه کننده تایمر/شمارنده..... ۱۸۴

شکل ۹-۴: سیگنال های زمانی تایمر/شمارنده در حالت کاری Phase Correct PWM..... ۱۸۷

شکل ۹-۵: سیگنال های زمانی تایمر/شمارنده در حالت کاری CTC..... ۱۸۸

شکل ۹-۶: سیگنال های زمانی تایمر/شمارنده در حالت کاری FAST PWM..... ۱۹۰

شکل ۹-۷: ساختار تایمر/شمارنده یک (شانزده بیتی)..... ۱۹۵

شکل ۹-۸: بلوک دیاگرام بخش شمارنده یک..... ۱۹۷

شکل ۹-۱۰: واحد مقایسه و بخش تایمر/شمارنده یک..... ۲۰۱

شکل ۹-۱۱: بلوک دیاگرام زمانی حالت PWM با تصحیح فاز..... ۲۰۴

شکل ۹-۱۲: بلوک دیاگرام زمانی حالت PWM با تصحیح فاز و فرکانس..... ۲۰۵

شکل ۹-۱۳: بلوک دیاگرام زمانی حالت PWM سریع..... ۲۰۶

شکل ۹-۱۴: بلوک دیاگرام زمانی حالت CTC..... ۲۰۷

شکل ۹-۱۵: بلوک دیاگرام سخت افزاری تایمر/شمارنده دو..... ۲۱۲

شکل ۹-۱۶: بلوک دیاگرام واحد شمارنده تایمر/شمارنده دو..... ۲۱۳

شکل ۹-۱۷: بلوک دیاگرام واحد مقایسه تایمر/شمارنده دو..... ۲۱۴

شکل ۹-۱۸: بلوک دیاگرام زمانی مد/حالت کاری CTC..... ۲۱۵

شکل ۹-۱۹: بلوک دیاگرام زمانی حالت کاری PWM سریع..... ۲۱۶

شکل ۹-۲۰: واحد پیش تقسیم کننده تایمر/شمارنده دو..... ۲۲۲

شکل ۱۰-۱: بلوک دیاگرام واسطه سریال SPI..... ۲۲۸

شکل ۱۰-۲: اتصالات داخلی تابع- حاکم واسطه SPI..... ۲۳۰

شکل ۱۰-۳: ساختار انتقال داده از واسطه SPI و وضعیت شروع پالس ساعت در CPHA=0..... ۲۳۲

شکل ۱۰-۴: ساختار انتقال داده از واسطه SPI و وضعیت شروع پالس ساعت در CPHA=1..... ۲۳۳

شکل ۱۰-۵: بلوک دیاگرام واسطه سریال USART..... ۲۳۶

شکل ۱۰-۶: بلوک دیاگرام بخش مولد پالس ساعت..... ۲۳۷

- شکل ۱۰-۷: ساختار داده موجود در بافر ارسال و دریافت ۲۴۲
- شکل ۱۰-۸: اتصالات داخلی واسط سریال دوسیمه ۲۴۹
- شکل ۱۰-۹: بلوک دیاگرام درگاه سریال دوسیمه ۲۴۹
- شکل ۱۱-۱: ساختار سخت افزاری مقایسه کننده آنالوگ ۲۶۲
- شکل ۱۱-۲: ساختار داخلی مبدل آنالوگ به دیجیتال ۲۶۷
- شکل ۱۱-۳: مدار پالس ساعت مبدل A/D همراه با پیش تقسیم کننده هفت بیتی ۲۷۴
- شکل ۱۱-۴: ساختار منطق تحریک خودکار مبدل A/D ۲۷۴
- شکل ۱۱-۵: ساختار زمانی مبدل A/D، اولین تبدیل (حالت تبدیل تکی) ۲۷۵
- شکل ۱۱-۶: نوعی از ساختار زمان بندی مبدل A/D، تبدیل تکی ۲۷۶
- شکل ۱۱-۷: ساختار زمانی مبدل A/D در حالت تحریک خودکار ۲۷۶
- شکل ۱۱-۸: ساختار زمان بندی مبدل A/D در حالت راه اندازی آزاد ۲۷۷
- شکل ۱۲-۱: ساختار درگاه JTAG ۲۸۵
- شکل ۱۲-۲: ساختار واحد TAP موجود در JTAG ۲۸۶
- شکل ۱۳-۱: مدار نمایشگر ساعت و تاریخ دیجیتال با میکروکنترلر ATMEGA32 ۲۹۲
- شکل ۱۳-۲: مدار ماشین حساب با میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۵۰
- شکل ۱۳-۳: مدار کنترل موتور الکتریکی DC با میکروکنترلر ATMEGA32 ۳۶۱
- شکل ۱۴-۱: باز کردن محیط متنی جدید و تایپ دستورات به زبان اسمبلی ۳۶۹
- شکل ۱۴-۲: محیط برنامه بعد از اجرا و مشاهده محتوی ثبات ها ۳۷۰
- شکل ۱۴-۳: باز کردن محیط متنی جدید و تایپ دستورات به زبان بیسیک ۳۷۱
- شکل ۱۴-۴: مشاهده محتوی ثبات ها و پیغام های اجرایی در Bascom ۳۷۲
- شکل ۱۴-۵: محیط متنی برای تایپ دستورات به زبان C ۳۷۵
- شکل ۱۴-۶: پنجره تنظیمات مربوط به نوع میکروکنترلر و... در زمان پروگرام کردن ۳۷۶
- شکل ۱۴-۷: محیط نرم افزار کاربردی پروگرامر Wellon-VP280 ۳۷۸

شکل ۱۴-۸: انتخاب نوع میکروکنترلر در محیط نرم افزار کاربردی پروگرامر - Wellon
VP280 ۳۷۸

شکل ۱۴-۹: پنجره تنظیمات فرکانس کاری، فیوزبیت ها و بیت قفل ها در محیط نرم افزاری
پروگرامر ۳۷۹

جدول ۱۴-۲: عملکرد ثبت های PORT و DDR ۲۳

جدول ۱۴-۲: وظایف اختصاصی درگاه A ۲۴

جدول ۱۴-۳: وظایف اختصاصی درگاه B ۲۵

جدول ۱۴-۴: وظایف اختصاصی درگاه C ۲۷

جدول ۱۴-۵: وظایف اختصاصی درگاه D ۲۹

جدول ۱۴-۱: مشخصات بیت های ۴۸

جدول ۱۴-۲: مشخصات بیت قفل ۴۹

جدول ۱۴-۳: مشخصات بیت های 01 و 02 ۴۹

جدول ۱۴-۴: مشخصات بیت های BLB11 و BLB12 ۵۰

جدول ۱۴-۵: مشخصات هشت بیت بالای فیوز بیت ۵۱

جدول ۱۴-۶: مشخصات بیت های BOOTSZ0 و BOOTSZ1 ۵۱

جدول ۱۴-۷: مشخصات بیت BOOTRST ۵۲

جدول ۱۴-۸: مشخصات هشت بیت پایین فیوز بیت ۵۲

جدول ۱۴-۹: مشخصات پایه های میکروکنترلر برای برنامه ریزی از طریق درگاه سری ۵۵

جدول ۱۴-۱۰: مشخصات پایه های XA1 و XA0 ۵۵

جدول ۱۴-۱۱: جدول کد و عملکرد دستورات ۵۵

جدول ۱۴-۵-۱: منابع مختلف پالس ساعت ۶۱

جدول ۱۴-۵-۲: مدت زمان شروع به کار و تاخیر زمانی بعد از ریست ۶۳

جدول ۱۴-۵-۳: محدوده فرکانس پالس ساعت در نوسان ساز RC خارجی ۶۴

جدول ۱۴-۵-۴: زمان شروع به کار و تاخیر زمانی حالت ریست در نوسان ساز RC خارجی ۶۴

جدول ۱۴-۵-۵: محدوده فرکانسی پالس ساعت در نوسان ساز کریستالی ۶۵

جدول ۵-۶: زمان شروع به کار و تاخیر زمانی حالت ریست در نوسان ساز کریستالی.....	۶۶
جدول ۵-۷: زمان شروع به کار و تاخیر زمانی حالت ریست در نوسان ساز RC خارجی.....	۶۷
جدول ۵-۸: انتخاب فرکانس نامی در نوسان ساز RC کالیبره شده داخلی.....	۶۷
جدول ۵-۹: زمان شروع به کار و تاخیر زمانی حالت ریست در نوسان ساز RC کالیبره شده داخلی.....	۶۷
جدول ۵-۱۰: حداقل/حداکثر فرکانس پالس ساعت نسبت به فرکانس نامی.....	۶۸
جدول ۵-۱۱: انتخاب حالت های خواب.....	۶۹
جدول ۵-۱۲: شرایط میکروکنترلر در حالت های خواب - نوع کلاک فعال و نوسان سازها.....	۷۲
جدول ۵-۱۳: شرایط میکروکنترلر در حالت های خواب - منبع لازم برای خروج از حالت خواب.....	۷۲
جدول ۷-۱: انواع عملگره های ابط.....	۱۶۱
جدول ۷-۲: انواع توابع ویژه و مقدار آنها.....	۱۶۱
جدول ۸-۱: منابع وقفه موجود در میکروکنترلر ATMEGA 3.....	۱۶۸
جدول ۸-۲: آدرس برداری وقفه ریست.....	۱۷۰
جدول ۸-۳: آدرس ابتدای بخش بارگذاری.....	۱۷۰
جدول ۸-۴: نوع فعال سازی وقفه خارجی صفر.....	۱۷۲
جدول ۸-۵: نوع فعال سازی وقفه خارجی یک.....	۱۷۳
جدول ۸-۶: نوع فعال سازی وقفه خارجی دو.....	۱۷۳
جدول ۸-۷: وقفه های داخلی و نوع فعال سازی آنها.....	۱۷۴
جدول ۹-۱: حالت کاری تایمر/شمارنده صفر.....	۱۸۵
جدول ۹-۲: عملکرد بیت های COM00 و COM01 در حالت کاری نرمال و CTC.....	۱۹۰
جدول ۹-۳: عملکرد بیت های COM00 و COM01 در حالت کاری نرمال و CTC.....	۱۹۱
جدول ۹-۴: عملکرد بیت های COM00 و COM01 در حالت کاری نرمال و CTC.....	۱۹۱
جدول ۹-۵: عملکرد بیت های COM00 و COM01 در حالت کاری نرمال و CTC.....	۱۹۲
جدول ۹-۵: انتخاب منبع اصلی واحد شمار تایمر/شمارنده یک.....	۱۹۹

جدول ۹-۶: شانزده حالت کاری بخش تولید شکل موج.....	۲۰۲
جدول ۹-۷: انتخاب نوع پالس ساعت در تایمر/شمارنده یک.....	۲۰۷
جدول ۹-۸: عملکرد بیت‌های COM1X0 و COM1X1 در حالت مقایسه عادی.....	۲۰۸
جدول ۹-۹: عملکرد بیت‌های COM1X0 و COM1X1 در حالت مقایسه PWM سریع.....	۲۰۸
جدول ۹-۱۰: عملکرد بیت‌های COM1A1 و COM1B1 در حالت مقایسه PWM با تصحیح فاز و فرکانس.....	۲۰۹
جدول ۹-۱۱: حالت کاری تایمر/شمارنده دو.....	۲۱۵
جدول ۹-۱۲: عملکرد بیت‌های COM20 و COM21 در حالت مقایسه عادی.....	۲۱۸
جدول ۹-۱۳: عملکرد بیت‌های COM20 و COM21 در حالت مقایسه PWM سریع.....	۲۱۸
جدول ۹-۱۴: عملکرد بیت‌های COM20 و COM21 در حالت PWM با تصحیح فاز.....	۲۱۸
جدول ۹-۱۵: انتخاب نوع پالس ساعت در تایمر/شمارنده دو.....	۲۱۹
جدول ۱۰-۱: تقسیم فرکانسی از طریق بیت‌های SPR0 و SPR1 ثبات SPCR.....	۲۳۱
جدول ۱۰-۲: تقسیم فرکانسی از طریق بیت‌های SPR0، SPR1 و SPI2X.....	۲۳۱
جدول ۱۰-۳: مقدار ثبات UBRR بر اساس نرخ ارسال و دریافت.....	۲۳۹
جدول ۱۰-۴: اندازه قالب داده بر اساس بیت‌های UCSZ0، UCSZ1 و UCSZ2.....	۲۴۴
جدول ۱۰-۵: زمان تغییر حالت داده‌ها بر اساس بیت CFOL.....	۲۴۵
جدول ۱۰-۶: حالت‌های مختلف توازن بر اساس بیت‌های TWI10.....	۲۴۶
جدول ۱۰-۷: مقدار ثبات UBRR برای ایجاد نرخ ارسال و دریافت بر اساس سه حالت فرکانسی.....	۲۴۸
جدول ۱۰-۸: مقدار پیش تقسیم کننده بر اساس بیت‌های TWPS0 و TWPS1.....	۲۵۳
جدول ۱۰-۹: کدهای وضعیت برای حالت حاکم بودن بخش ارسال.....	۲۵۴
جدول ۱۰-۱۰: کدهای وضعیت برای حالت حاکم بودن بخش دریافت.....	۲۵۵
جدول ۱۰-۱۱: کدهای وضعیت برای حالت تابع بودن بخش دریافت.....	۲۵۶
جدول ۱۰-۱۲: کدهای وضعیت برای حالت تابع بودن بخش ارسال.....	۲۵۷
جدول ۱۱-۱: انتخاب حالت راه اندازی وقفه مقایسه کننده آنالوگ بر اساس بیت‌های ACIS0 و ACIS1.....	۲۶۳

- جدول ۱۱-۲: حالت‌های فراهم‌سازی ولتاژ پایه منفی مقایسه‌کننده آنالوگ ۲۶۵
- جدول ۱۱-۳: حالت‌های مختلف سیگنال ورودی به مبدل A/D ۲۶۹
- جدول ۱۱-۶: انتخاب اندازه ولتاژ مرجع مبدل آنالوگ به دیجیتال ۲۷۱
- جدول ۱۱-۷: انتخاب ضریب تقسیم مبدل ADC ۲۷۲
- جدول ۱۱-۸: انتخاب نوع منبع تحریک بر اساس بیت‌های ADTS0، ADTS1 و ADTS2 .. ۲۷۳
- جدول ۱۱-۹: مدت زمان لازم برای انجام عمل تبدیل ADC و مدار نمونه‌بردار و نگهدار ۲۷۷

در این کتاب ابتدا سخت‌افزار میکروکنترلرهای AVR (به‌ویژه ATMEGA32) به‌طور کامل توضیح داده شده و سپس، دستورات زبان برنامه‌نویسی اسمبلی به روش خاص و با ارائه مثال‌های ویژه بیان شده است؛ در ادامه، چندین مثال کاربردی به سه زبان برنامه‌نویسی اسمبلی، C و بیسیک نوشته‌شده و در نهایت، نحوه استفاده از اسمبلر AVR (نرم‌افزار AVR Studio) و نرم‌افزارهای کامپایلر Bascom و Codevision به منظور ایجاد و نیز انتقال کدهای هگزا دسیمال برنامه نوشته‌شده به حافظه داخلی IC میکروکنترلر - از طریق پروگرامر - توضیح داده شده است.

هدف از نگارش این کتاب، ارائه مرجع کامل و بسیار مفید برای آموزش تئوری و عملی میکروکنترلرهای AVR (به‌ویژه ATMEGA32) به شیوه‌ای خاص و کاربردی برای دانشجویان، مهندسان و علاقمندان به طراحی و ساخت مدارات میکروکنترلی می‌باشد.

کتاب حاضر مشتمل بر ۶ فصل می‌باشد که به منظور سهولت کار خوانندگان و آشنایی بیشتر آنها با موضوع مورد بحث، در این قسمت، چکیده‌ای از فصول به‌طور جداگانه آورده شده است:

فصل اول: ویژگی‌های سخت‌افزاری میکروکنترلر ATMEGA32

در این فصل مشخصات سخت‌افزاری میکروکنترلر AVR نوع ATMEGA32 - شامل حافظه‌ها، درگاه‌های^۱ ارتباطی، مبدل‌ها، تایمر، تغذیه و فیلتراسیون کاری - ارائه شده و سپس ساختار بسته بندی IC میکروکنترلر ATMEGA32 با یک پیاگرام داخلی، معماری هسته داخلی و ثبات حالت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در نهایت، پایه‌های IC میکروکنترلر ارائه خواهد شد.

فصل دوم: درگاه‌های ورودی/خروجی موازی میکروکنترلر ATMEGA32

تمامی قطعات دیجیتال، دارای خطوط ارتباطی جهت تبادل اطلاعات (ارسال/دریافت) هستند. میکروکنترلرهای AVR نیز دارای خطوط ارتباطی موازی جهت تبادل اطلاعات

با محیط خارج می‌باشند به این خطوط ارتباطی، درگاه (پورت) می‌گویند. در این میکروکنترلر چهار درگاه ارتباطی به نام‌های C، B، A و D وجود دارد که تمامی آنها هشت‌بیتی بوده و به صورت دوطرفه قابل برنامه‌ریزی هستند؛ به عبارتی می‌توانند هم به صورت ورودی و هم به صورت خروجی مورد استفاده قرار بگیرند. این درگاه‌ها علاوه بر تبادل اطلاعات با تجهیزات خارجی متصل به میکروکنترلر دارای وظایف اختصاصی دیگری نیز هستند که در فصول بعد مورد بحث قرار خواهند گرفت. در این فصل، ساختار سخت‌افزاری درگاه‌ها و برنامه‌ریزی درگاه‌ها برای تبادل اطلاعات با تجهیزات خارجی، ارائه شده و سپس وظایف اختصاصی درگاه‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

فصل سوم: سازمان بندهای میکروکنترلر ATMEGA32

در این فصل، حافظه‌های میکروکنترلر ATMEGA32 ارائه شده و سپس کاربرد و فضای آدرس‌دهی حافظه‌های داخلی (حافظه فلش، حافظه SRAM، فضای حافظه I/O و E²PROM)، خواندن و نوشتن از حافظه E²PROM و نیز حافظه پشته مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل چهارم: برنامه‌ریزی میکروکنترلرهای AVR

با استفاده از روش‌های مختلف مانند انتقال به حافظه فلش، انتقال داده به حافظه EEPROM و تعیین مقادیر بیت قفل‌ها، می‌توان میکروکنترلرهای AVR را برنامه‌ریزی کرد. در این فصل، بیت قفل‌ها و فیز بیت‌ها توضیح داده شده و سپس انواع روش‌های برنامه‌ریزی (شامل برنامه‌ریزی از طریق درگاه سریال، درگاه‌های موازی، درگاه JTAG و برنامه‌ریزی از طریق خود میکروکنترلر) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل پنجم: منابع پالس ساعت، ریست و مدیریت توان

در این فصل، توزیع و منابع پالس ساعت (زمان شروع به کار، منبع پیش فرض، منبع

-
1. Lock Bit
 2. Fuse Bit

پالس خارجی، نوسان ساز RC خارجی، نوسان ساز کریستالی و RC کالیبره داخلی) ارائه شده و سپس مدیریت توان، مد/حالت های خواب، کنترل سیستم، ری ست و منابع وقفه در میکروکنترلر ATMEGA32 ارائه خواهد شد.

فصل ششم: روش های آدرس دهی، دستورالعمل ها و دستورات اسمبلی

یکی از قابلیت های ویژه میکروکنترلرها، استفاده از انواع زبان های برنامه نویسی در آنها می باشد. طبعی که می توان به راحتی ابتدا برنامه ها را در قالب زبان های سطح بالا نوشت و سپس با تبدیل به کد، آنها را در میکروکنترلر اجرا نمود. در این فصل، زبان اسمبلی میکروکنترلر ATMEGA32 که جزء زبان های سطح پایین بوده و نزدیک به زبان ماشین است ارائه خواهد شد. یادگیری برنامه نویسی در این زبان برای کارشناسان و دانشجویان بسیار حایز اهمیت است.

فصل هفتم: ساختار برنامه نویسی در زبان اسمبلی و دستورات اسمبلر

برنامه نویسی در سیستم های دیجیتال به روش های مختلف قابل انجام است. در این فصل، زبان اسمبلی و ساختار آن ارائه خواهد شد. دستورات اسمبلر ارایه خواهد شد.

هشتم: وقفه ها

در این فصل، ضمن تعریف وقفه به ارایه روش ورود خروج استفاده از وقفه، برنامه سرویس وقفه، نحوه فعال سازی/ غیرفعال سازی وقفه ها، پردازش در سپس اولویت بندی وقفه ها، بردارهای وقفه، پرچم وقفه ها ارائه خواهد شد و در نهایت منبع وقفه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل نهم: تایمر/ شمارنده

در این فصل، کاربرد، ساختار سخت افزاری و چرخه کاری در تایمر/شمارنده ارائه شده و سپس تایمر/شمارنده های صفر، یک و دو (ساختار اصلی، بلوک دیاگرام بخش های مختلف، ثبات ها، انواع حالت های کاری، پرچم ها، بیت های فعال ساز وقفه تایمرها و...) ارائه خواهد شد.

فصل دهم: واسطه سریال

میکروکنترلر AVR دارای چندین درگاه سریال جهت تبادل اطلاعات بین میکروکنترلر و تجهیزات خارجی می‌باشد؛ در این فصل، انواع واسطه‌های سریال USART, SPI و TWI در میکروکنترلر AVR نوع ATMEGA32 (شامل توصیف بلوک دیاگرام، ارایه ثبات‌ها و عملکرد آنها، بررسی بخش‌ها و واحدهای مختلف در ساختار واسطه‌ها) ارائه خواهد شد.

فصل یازدهم: ارتباط میکروکنترلر با سیگنال‌های آنالوگ

در این فصل، عملکرد مقایسه‌کننده آنالوگ و ثبات ویژه مربوطه در میکروکنترلر ATMEGA32، سیستم عملکرد مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC) و ثبات‌های مرتبط به آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل دوازدهم: درگاه JTAG

در این فصل به معرفی و ارایه عملکرد درگاه JTAG و معرفی پایه‌های میکروکنترلر برای استفاده از درگاه JTAG خواهیم پرداخت و سپس ساختار درگاه JTAG و واحد کنترل‌کننده TAP مرتبط با آن را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

فصل سیزدهم: پروژه‌های کاربردی به زبان‌های اسمبلی، بیسکام و C

در این فصل چندین مثال کاربردی و عملی به سه زبان اسمبلی، بیسکام و C با استفاده از میکروکنترلر ATMEGA32 ارائه خواهد شد. در مثال‌های ارائه شده، نحوه ارتباط میکروکنترلر با قطعات آنالوگ و دیجیتال مانند LCD، موتور الکتریکی، صفحه کلید و... نشان شده است.

فصل چهاردهم: اسمبلر AVR و نرم‌افزارهای Codevision, Bascom و نحوه ایجاد و

انتقال کدهای هگزاسیمال به حافظه داخلی میکروکنترلر به صورت عملی

در این فصل، نحوه استفاده از اسمبلر AVR و نرم‌افزارهای Bascom و

Codevision برای ایجاد و انتقال کدهای هگزادسیمال مربوط به برنامه نوشته شده و نیز انتقال آنها به حافظه داخلی میکروکنترلر AVR - از طریق پروگرامر - به صورت عملی ارائه خواهد شد.

لازم به ذکر است با توجه به شباهت بسیار زیاد در سخت افزار میکروکنترلرهای AVR (ATMEGA8 ، ATMEGA16 ، ATMEGA32 و...) - که تفاوت اندک آنها در تعداد درگاه های ارتباطی و ظرفیت حافظه های داخلی می باشد - بر اساس کاربرد بیشتر نوع ATMEGA32 مبنای کلی مباحث سخت افزاری و مثال ها برای این نوع میکروکنترلر در نظر گرفته شده است.

با سپاس و آرزوی توفیق الهی

عباس نعمتی - علی حبیبی

اعضای هیأت علمی مرکز آگاه آزاد اسلامی واحد میانه

اربعمهر ۱۳۹۱

Email: Nemati_Abbas@yahoo.com

Habiby_Ahmad@yahoo.com