



میکرو کنترلرهای dsPIC



- فرزاد مظاہریان
- محمدمهدی پرتوی‌فر
- مهدیه دهاقین

سرشناسه	مظاهریان، فرزاد ۱۳۶۱
عنوان و نام پدیدآور	میکروکنترلرهای dsPIC / فرزاد مظاهریان، محمد مهدی پرتوی فر، مهدیه دهاقین
مشخصات نشر	تهران: نص، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری	۴۸۴ ص. مصور، جدول، نمودار + ۱ عدد لوح فشرده.
شابک	۹۸۰۰۰ ریال یا CD : ISBN: 978-964-410-280-6
وضعیت فهرست نویسی	فیا.
موضوع	میکروکنترلرها - برنامه نویسی
موضوع	کنترل کننده های برنامه پذیر
موضوع	کامپیوترها -- حافظه
شناسه افزوده	پرتوی فر، محمد مهدی، ۱۳۶۰
شناسه افزوده	دهاقین، مهدیه، ۱۳۶۱
رده بندی کنگره	۱۳۹۰ م ۶م ۲۲۳ TJ
رده بندی دیویی	۶۲۹.۸۹۵
شماره کتابشناسی ملی	۲۳۳۹۹۴۴



موسسه علمی فرهنگی

میکروکنترلرهای dsPIC

مؤلفین: فرزاد مظاهریان / محمد مهدی پرتوی فر / مهدیه دهاقین

چاپ اول: تابستان ۹۰

تیراژ: ۲۰۰۰

ناشر: «نص»

قیمت با CD : ۹۸۰۰ تومان

طراحی، چاپ، صحافی: موسسه علمی فرهنگی «نص»

فروشگاه: تهران - ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، شماره ۲۵

تلفن: ۶۶۱۰۵۳۷۱

WWW.FARDAB.COM

خرید اینترنتی از سایت فردا

دفتر: تهران، میدان انقلاب، خ منیری جارید، بن بست مبین، شماره ۶

تلفن: ۶۶۲۱۱۳۸۵ - ۶۶۲۶۵۶۷۱ - ۶۶۹۵۳۸۸۳ فاکس: ۶۶۹۵۷۶۹۰

ایمیل: info@nasspub.com

وب سایت: www.nass.ir

ص. پ. ۱۳۱۲۵-۸۶۳

ISBN: 978-964-410-280-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۲۸۰-۶

مقدمه

امروزه با پیشرفت روز افزون علم الکترونیک و دیجیتال استفاده از میکروکنترلرها در ساخت تجهیزات الکترونیکی نظیر تجهیزات صنعتی، پزشکی، نظامی و غیره با رشد بسیار بالایی همراه بوده است که با پیشرفت تکنولوژی ساخت به قابلیت‌ها و کاربردهای این تراشه‌ها افزوده می‌شود. یکی از شرکت‌های معتبر و پیشرو در ساخت میکروکنترلرها، شرکت میکروچیپ می‌باشد. این شرکت با ارائه میکروکنترلرهای سری هشت بیتی PIC محبوبیت زیادی در بین طراحان و متخصصین الکترونیک بدست آورده است که از قابلیت‌های این میکروکنترلرها می‌توان به مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی (ADC)، ارتباط سریال (UART, SPI, I2C, USB, CAN)، تولید پالس PWM، تایمر و ... اشاره نمود. محصول بعدی میکروچیپ کنترولرهای ۱۶ بیتی dsPIC با قابلیت و سرعت بالاتر بود که از جمله تغییرات آن نسبت به تراشه‌های PIC اضافه شدن یک موتور DSP برای پردازش سیگنال‌های دیجیتالی می‌باشد.

کتاب حاضر عملکرد کنترولرهای dsPIC و چگونگی طراحی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری آن را بررسی می‌کند. با توجه به کمبود یک مرجع مدون در این زمینه، در این کتاب سعی شده است تا با انواع مثال‌های متنوع و مناسب با هر فصل هر چه بیشتر مهارت خواننده افزایش یابد. در این کتاب علاوه بر بررسی امکانات کنترولرهای dsPIC، مباحث جانبی همچون ارتباط با کارت‌های حافظه MMC، LCD های گرافیکی، ارتباط از طریق شبکه اترنت و غیره نیز پرداخت شده است.

مخاطبین این کتاب را می‌توان تمام دانشجویان و مهندسين برق که به سیستمهای میکروکنترلی علاقمند هستند، نامید.

این کتاب شامل ۲۱ فصل می‌باشد که در فصل اول به بررسی سیستم‌های میکروپروسسوری و مقایسه آنها با یکدیگر، در فصل دوم به معرفی کنترولرهای خانواده dsPIC30F/33F در فصل سوم معرفی

محیط برنامه‌نویسی MikroC Pro پرداخته شده است. در فصل چهارم برنامه‌نویسی C با کامپایلر MikroC PRO، فصل پنجم معماری داخلی و سیستم اسلاتور dsPIC، فصل ششم پورت‌های I/O و برنامه‌ریزی کنترلر dsPIC، فصل هفتم امکانات تایمر و کانتر و انواع مدهای آن بررسی شده است. فصل هشتم و نهم به بررسی واحد مقایسه‌کننده خروجی و واحد تسخیر ورودی خواهیم پرداخت و در فصل دهم در مورد یکی دیگر از امکانات کنترلر به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال بحث خواهد شد. فصل‌های یازدهم تا سیزدهم به عملکرد واحدهای سریال SPI، I2C، UART پرداخت می‌گردد. فصل چهارم و پانزدهم موتور DSP و پردازش سیگنال دیجیتال را آموزش می‌دهد. فصل شانزدهم واسطه سریال صنعتی CAN و در فصل هفدهم وقفه و تله، فصل هجدهم شبکه اترنت، فصل نوزدهم ارتباط سریال تک سیمه، فصل بیستم و بیست و یکم کارت‌های حافظه MMC و روش‌های اتصال آن به کنترلر و LCD های کاراکتری و گرافیکی از نوع Toshiba و GDM12864A آشنا خواهید شد.

CD همراه کتاب شامل برگه‌ای اطلاعاتی انواع مختلف کنترلرهای dsPIC و کامپایلرهای موجود و دیگر اطلاعات مورد نیاز می‌باشد.

در پایان از تمام اساتید و دوستانی که ما را در تهیه این اثر یاری نمودند کمال تشکر را داریم. همچنین از مدیریت محترم و فرهیخته موسسه نص جناب آقای مهندس زارع و همچنین از مسئول فنی انتشارات سرکار خانم رفیعی که ما را در جهت ارتقاء بهبود کیفیت این کتاب در تمام مراحل یاری نموده‌اند بی‌نهایت سپاسگزاریم.

با توجه به اینکه هیچ کتابی بدون اشکال نیست، اگر اشکالی در کتاب مشاهده نمودید بر ما ببخشید و نظرات اصلاحی خود را به آدرس الکترونیکی INFO@NASSPUB.COM یا DSPIC.BOOK@yahoo.Com ارسال نمایید تا در چاپ‌های بعدی اصلاح شوند. پیشاپیش از شما سپاسگزاریم.

فرزاد مظاهریان

محمد مهدی پرتوی‌فر

مهدیه دهاقین

فهرست مطالب

فصل ۱

۱۳	کنترلرهای dsPIC
۱۳	مقدمه
۱-۱	میکروپروسور
۲-۱	میکروکنترلر
۳-۱	پردازنده سیگنال دیجیتال (DSP)
۴-۱	کنترلرهای سیگنال دیجیتال (DSC)
۵-۱	معماری حافظه پردازنده
۶-۱	پردازنده‌های CISC و RISC

فصل ۲

۱۹	کنترلرهای سیگنال دیجیتال dsPIC30F/33F
۱۹	مقدمه
۱-۲	کنترلرهای سیگنال دیجیتال dsPIC30F
۲-۲	دسته‌بندی کنترلرهای سری dsPIC30F
۱-۲-۲	خانواده کنترلر موتور و تبدیل توان
۲-۲-۲	خانواده مد سوییچ منبع تغذیه
۳-۲-۲	خانواده پردازش سنسور
۴-۲-۲	خانواده کنترلرهای عمومی
۳۰	همه منظوره dsPIC30F
۳-۲	کنترلر سیگنال دیجیتال خانواده dsPIC33F
۴-۲	روش شناسایی تراشه خانواده‌های dsPIC30F و dsPIC33F
۳۵	

فصل ۳

۳۷	محیط برنامه‌نویسی MikroC PRO
۳۷	مقدمه
۱-۳	کامپایلرهای کنترلر dsPIC
۲-۳	کامپایلر MikroC PRO برای dsPIC ها
۳-۳	معرفی منوهای PRO MikroC
۱-۳-۳	منوی File
۲-۳-۳	منوی View
۳-۳-۳	منوی Project
۴-۳-۳	منوی RUN
۵-۳-۳	منوی Tools
۶-۳-۳	پنجره Wizard New Project
۴-۳	شبیه‌سازی نرم‌افزاری

فصل ۴

۴۷	برنامه‌نویسی C با کامپایلر MikroC
۴۷	مقدمه
۱-۴	کامپایلر MikroC
۲-۴	کلمات کلیدی در کامپایلر MikroC
۳-۴	شناسه‌ها
۴-۴	انواع داده‌ها
۵-۴	متغیرها
۶-۴	کلمه کلیدی at
۷-۴	داده نوع Sbit

۶۸	۶-۳۶-۴ switch دستور شرطی	۵۲	۸-۴ دسترسی به فضای SFR
۶۹	۷-۳۶-۴ break دستور	۵۲	۹-۴ تعیین آدرس محل ذخیره متغیرها
۷۰	۸-۳۶-۴ continuc دستور	۵۲	۱۰-۴ دسترسی مستقل به فضای X و Y
۷۰	۹-۳۶-۴ goto دستور	۵۲	در RAM
۷۱	۳۷-۴ تابع (Function)	۵۲	۱۱-۴ دسترسی به DMA
۷۲	۳۸-۴ return دستور	۵۲	۱۲-۴ نشانه‌ها (Tokens)
۷۳	۳۹-۴ اشاره‌گرها	۵۳	۱۳-۴ ثوابت
۷۳	۱-۳۹-۴ تعریف اشاره‌گر	۵۳	۱۴-۴ عملگرها (operator)
۷۳	۲-۳۹-۴ اشاره‌گرهای نهی (Null Pointers)	۵۴	۱۵-۴ اولویت‌بندی عملگرها و شرکت‌پذیری
۷۴	۳-۳۹-۴ اشاره‌گر و آرایه	۵۵	۱۶-۴ عملگرهای محاسباتی
۷۵	۴-۳۹-۴ عملیات روی اشاره‌گر	۵۵	۱۷-۴ عملگرهای محاسباتی باینری
۷۵	۵-۳۹-۴ عمل انتساب و مقایسه	۵۶	۱۸-۴ عملگرهای محاسباتی بگانی
۷۵	۶-۳۹-۴ عمل محاسباتی	۵۶	۱۹-۴ عملگرهای رابط‌های
۷۵	۷-۳۹-۴ اشاره‌گر و تابع	۵۷	۲۰-۴ عملگرهای بیتی
۷۶	۸-۳۹-۴ تخصیص آدرس به یک اشاره‌گر تابع	۵۸	۲۱-۴ عملگرهای منطقی
۷۷	۴۰-۴ ساختارها (Structures)	۵۸	۲۲-۴ عملگرهای انتساب و ترکیبی
۷۸	۱-۴۰-۴ دستیابی به اعضای ساختار	۵۹	۲۳-۴ عملگر شرطی (?:)
۷۸	۲-۴۰-۴ مقداریابی اولیه به ساختارها	۵۹	۲۴-۴ عملگر sizeof
۷۸	۳-۴۰-۴ آرایه‌ای از ساختارها	۶۰	۲۵-۴ عملگر کاما (,)
۷۹	۴-۴۰-۴ اشاره‌گرهای ساختار	۶۰	۲۶-۴ تغییر نام انواع داده‌ها
۷۹	۵-۴۰-۴ ساختار تو در تو	۶۱	۲۷-۴ کلاس ذخیره‌سازی متغیرها
۷۹	۶-۴۰-۴ ساختارها و توابع	۶۱	۲۸-۴ کلاس ذخیره‌سازی اتوماتیک
۸۰	۷-۴۰-۴ یکنمایی ساختار	۶۲	۲۹-۴ کلاس ذخیره‌سازی استاتیک
۸۱	۴۱-۴ اجتماع (union)	۶۲	۳۰-۴ کلاس ذخیره‌سازی ثابت
۸۱	۴۲-۴ شمارش‌ها (enumerations)	۶۳	۳۱-۴ کلاس ذخیره‌سازی خارجی
۸۲	۴۳-۴ پیش‌پردازنده‌ها	۶۳	۳۲-۴ آرایه‌ها و رشته‌ها
۸۲	۱-۴۳-۴ پیش‌پردازنده #define	۶۴	۳۳-۴ آرایه‌های چند بعدی
۸۲	۲-۴۳-۴ پیش‌پردازنده #include	۶۴	۳۴-۴ رشته‌ها
۸۳	۳-۴۳-۴ پیش‌پردازنده‌های شرطی	۶۴	۳۵-۴ مقدار اولیه آرایه‌ها و رشته‌ها
۸۳	۴-۴۳-۴ پیش‌پردازنده لغو تعریف #undef	۶۵	۳۶-۴ دستورات کنترلی
۸۴	۵-۴۳-۴ پیش‌پردازنده خطا # (error)	۶۵	۱-۳۶-۴ دستور while
		۶۶	۲-۳۶-۴ دستور do ... While
		۶۷	۳-۳۶-۴ دستور for
		۶۸	۴-۳۶-۴ دستور شرطی if
		۶۸	۵-۳۶-۴ دستور شرطی if-else

فصل ۵

۸۵ معماری داخلی و سیستم اسلاتور dsPIC
۸۵ مقدمه

۱۰-۵	مقسم فرکانس اسیلاتور قابل	۸۵	CPU معماری
۱۱۱	برنامه ریزی	۸۵	گذرگاه‌های X و Y
۱۱۲	توابع کلاک و تاخیر	۸۶	واحد ALU
		۸۷	واحد Divide
		۸۷	واحد DSP
		۸۷	رجیسترهای همه منظوره
۱۱۳	پورت‌های I/O و برنامه‌ریزی کنترلر dsPIC	۹۰	اشاره‌گر پشته (SP)
۱۱۳	مقدمه	۹۱	دسته‌بندی حافظه‌های dsPIC
۱۱۳	پایه‌های dsPIC30F4013	۹۲	حافظه/برنامه FLASH
۱۱۴	پایه‌های VDD و VSS	۹۳	حافظه EEPROM
۱۱۴	پایه MCLR	۹۵	حافظه داده SRAM
۱۱۴	پایه OSC1/CLKIN	۹۵	بیت‌های پیکربندی
۱۱۴	پایه OSC2/CKO	۹۶	سیستم اسیلاتور
۱۱۴	پایه‌های AVDD و AVSS	۹۹	منابع کلاک
	پایه‌های پورت A (RA11)، پورت B (B12 تا RB0)، پورت C (RC15) تا RC13، پورت D (RD9، RD3، RD0) پورت F (RF5 تا RF0)	۹۹	منبع کلاک اصلی
۱۱۴	I/O ساختار پورت	۹۹	اسیلاتور کریستالی (XT, XTL, HS)
۱۱۵	رجیستر جهت داده TRISx	۱۰۱	اسیلاتور RC سریع داخلی (FRC)
۱۱۶	رجیستر داده PORTx	۱۰۱	اسیلاتور RC کم‌توان داخلی (LPRC)
۱۱۶	رجیستر نگهدارنده LATx	۱۰۱	اسیلاتور RC خارجی
۱۱۸	مالتی پلکس پورت	۱۰۲	اسیلاتور کریستالی کم‌توان خارجی (LP)
۱۱۸	پایه‌های چند منظوره	۱۰۳	کلاک خارجی (EC)
۱۱۹	پایه‌های INTx	۱۰۴	پیکربندی اسیلاتور
۱۱۹	پایه‌های PGD و PGC	۱۰۴	رجیستر پیکربندی FOSC (مدل اول)
۱۱۹	پایه‌های ANx	۱۰۵	رجیستر پیکربندی FOSC (مدل دوم)
۱۱۹	پایه‌های +VREF و -VREF	۱۰۶	رجیستر پیکربندی FOSC (مدل سوم)
۱۱۹	پایه‌های CNx	۱۰۷	رجیستر کنترل اسیلاتور OSCCON (مدل اول)
۱۱۹	پایه‌های ICx	۱۰۷	رجیستر کنترل اسیلاتور OSCCON (مدل دوم)
۱۱۹	پایه‌های OCx	۱۰۹	رجیستر کنترل اسیلاتور OSCCON (مدل سوم)
۱۱۹	پایه‌های LVDIN	۱۱۰	رجیستر کالیراسیون OSCTUN
۱۱۹	پایه‌های SCL و SDA	۱۱۰	حلقه فاز قفل شده (PLL)
۱۱۹	پایه‌های UxTX و UxRX		
۱۲۰	پایه‌های UxARX و UxATX		

فصل ۷		۱۲۰	۱۲-۴-۶ پایه‌های OCFA و OCFB
تایمر و کانتر		۱۲۰	۱۳-۴-۶ پایه‌های CxTX و CxRX
۱۴۵	مقدمه		۱۴-۴-۶ پایه‌های UPDN, INDx, QEB, QEA
۱۴۵	۱-۷ تئوری عملکرد تایمر و کانتر	۱۲۰	۱۵-۴-۶ پایه‌های PWMx
۱۴۶	۲-۷ تایمرها در کنترلر dsPIC	۱۲۰	۱۶-۴-۶ پایه‌های SSx
۱۴۶	۳-۷ تایمر نوع A	۱۲۰	SCKx, SDOx, SDIx
۱۴۹	۴-۷ مد تایمر ۱۶ بیتی		۱۷-۴-۶ پایه‌های COFS
۱۵۰	۵-۷ شمارنده سنکرون ۱۶ بیتی	۱۲۰	CsCK, CsDO, CsDI
۱۵۲	۶-۷ مد Timer Gate	۱۲۰	۱۸-۴-۶ پایه‌های TxCK
۱۵۳	۷-۷ مد RTC	۱۲۰	۱۹-۴-۶ پایه‌های EMUC, EMUD
۱۵۵	۸-۷ تایمر نوع B	۱۲۱	۵-۶ اعلام تغییر وضعیت پایه‌های ورودی
۱۵۵	۹-۷ تایمر نوع C	۱۲۱	۱-۵-۶ پیکربندی CN
فصل ۸		۱۲۲	۲-۵-۶ رجیستر CNEN1
واحد مقایسه‌کننده خروجی Output		۱۲۲	۳-۵-۶ رجیستر CNEN2
۱۵۹	مقدمه	۱۲۲	۴-۵-۶ رجیستر CNPUI
۱۵۹	۱-۸ واحد مقایسه‌کننده خروجی	۱۲۳	۵-۵-۶ رجیستر CNPU2
۱۵۹	۱-۱-۸ رجیستر OCxCON	۱۲۳	۶-۶ راه‌اندازی کنترلر dsPIC
۱۶۱	۲-۸ مد تطبیق مقایسه ساده (نکی)	۱۲۳	۷-۶ برنامه‌ریزی کنترلر dsPIC
۱۶۳	۳-۸ مد تطبیق مقایسه دوبل	۱۲۴	۱-۷-۶ برنامه‌ریزی سریال داخل مداری
۱۶۵	۴-۸ مد مدولاسیون پهنای پالس (PWM)	۱۲۵	۲-۷-۶ خود برنامه‌ریزی حین اجراء (RTSP)
۱۶۵	۱-۴-۸ ورودی حفاظت خطا	۱۲۵	۳-۷-۶ برنامه‌ریزی توسط رابط JTAG
	۲-۴-۸ محاسبه دوره تناوب و دوره کاری	۱۲۵	۸-۶ پروگرامر MPLAB ICD2
۱۶۵	PWM	۱۲۶	۹-۶ نرم‌افزار MPLAB IDE
۱۶۷	۵-۸ کتابخانه PWM	۱۲۷	۱۰-۶ نرم افزار Winpic 800
فصل ۹		۱۲۹	۱۱-۶ پروگرامر JDM
واحد تسخیر ورودی (Input Capture)			۱۲-۶ معرفی Winpic 800 در کامپایلر MikroC
۱۶۹	مقدمه	۱۲۹	۱۳-۶ کلیدهای ورودی
۱۶۹	۱-۹ واحد تسخیر ورودی	۱۳۱	۱-۱۳-۶ کلیدهای نکی
فصل ۱۰		۱۳۲	۲-۱۳-۶ صفحه کلید ماترسی
مبدل آنالوگ به دیجیتال		۱۳۴	۳-۱۳-۶ صفحه کلید کامپیوتر
۱۷۳	مقدمه	۱۴۱	۱۴-۶ کتابخانه تولید صوت
۱۷۳		۱۴۱	۱۵-۶ مونورهای پله‌ای

۳-۱۵ بررسی واحد ADC در کنترلرهای

140

14017A

11

19A19A

212

212210

۲۸۲	FIR طراحی فیلتر	۱-۵-۱۵	۲۴۸	وضعیت‌های Start و Stop	۲-۱-۱۳
۲۸۴	IIR طراحی فیلتر	۲-۵-۱۵	۲۴۸	ارسال اطلاعات	۳-۱-۱۳
۲۸۵	تبدیل فوریه گسسته (DFT)	۶-۱۵	۲۴۹	تصدیق کردن (ACK)	۴-۱-۱۳
۲۸۷	تبدیل فوریه سریع (FFT)	۷-۱۵	۲۴۹	Start مجدد	۵-۱-۱۳
۲۸۷	کتابخانه DSP در MikroC	۸-۱۵	۲۴۹	آدرس گذرگاه I2C	۶-۱-۱۳
۲۸۷	FIR_Radix () تابع	۱-۸-۱۵	۲۴۹	کتابخانه I2C در MikroC	۲-۱۳
۲۹۰	IIR_Radix () تابع	۲-۸-۱۵	۲۵۰	کتابخانه سخت‌افزاری I2C	۱-۲-۱۳
۲۹۲	FFT () تابع	۳-۸-۱۵	۲۵۴	پیکربندی نرم‌افزاری I2C	۲-۲-۱۳
۲۹۷	BitReverseComplex () تابع	۴-۸-۱۵			
۲۹۷	Vector_Set () تابع	۵-۸-۱۵			
۲۹۷	VectorPower () تابع	۶-۸-۱۵			
۲۹۸	Vecto_subtract () تابع	۷-۸-۱۵			
۲۹۸	VectorScale () تابع	۸-۸-۱۵			
۲۹۸	Vector_Negate تابع	۹-۸-۱۵			
۲۹۹	Vector_Multiply () تابع	۱۰-۸-۱۵			
۲۹۹	Vector_Min () تابع	۱۱-۸-۱۵			
۲۹۹	Vector_Max () تابع	۱۲-۸-۱۵			
۳۰۰	Vector_Dot () تابع	۱۳-۸-۱۵			
۳۰۰	Vector_Correlate () تابع	۱۴-۸-۱۵			
۳۰۱	Vector_Convolve () تابع	۱۵-۸-۱۵			
۳۰۱	Vector_Add () تابع	۱۶-۸-۱۵			
۳۰۲	Matrix_Transpose () تابع	۱۷-۸-۱۵			
۳۰۲	Matrix_Subtract () تابع	۱۸-۸-۱۵			
۳۰۲	Matrix_Scale () تابع	۱۹-۸-۱۵			
۳۰۳	Matrix_Multiply () تابع	۲۰-۸-۱۵			
۳۰۳	Matrix_Add () تابع	۲۱-۸-۱۵			

فصل ۱۶

۳۰۵	واسط سریال صنعتی CAN
۳۰۵	مقدمه
۳۰۵	۱-۱۶ واسط سریال صنعتی CAN
۳۰۵	۲-۱۶ ویژگی‌های CAN
۳۰۵	۱-۲-۱۶ قابلیت‌های Multi Master
۳۰۶	۲-۲-۱۶ مالکیت گذرگاه
۳۰۶	۳-۲-۱۶ ارسال Broad cast و فیلتر پیام

فصل ۱۴

۲۵۷	موتور DSP
۲۵۷	مقدمه
۲۵۸	۱-۱۴ ضرب‌کننده
۲۶۰	۲-۱۴ شیفت‌دهنده با سرعت بالا
۲۶۱	۳-۱۴ جمع‌کننده
۲۶۱	۴-۱۴ منطق گرد کردن (Round logic)
۲۶۲	۵-۱۴ منطق اشباع (Saturation logic)
۲۶۴	۶-۱۴ مدیریت PSV
۲۶۵	۷-۱۴ انتخاب مد در موتور DSP
۲۶۶	۸-۱۴ دستورات موتور DSP

فصل ۱۵

۲۷۳	پردازش سیگنال‌های دیجیتال
۲۷۳	مقدمه
۲۷۳	۱-۱۵ سیگنال‌های پیوسته و گسسته
۲۷۳	۲-۱۵ نمونه‌برداری
۲۷۴	۳-۱۵ فیلتر دیجیتال
۲۷۴	۱-۳-۱۵ مشخصات فیلتر
۲۷۶	۴-۱۵ انواع فیلترهای دیجیتال
۲۷۷	۱-۴-۱۵ فیلتر FIR
۲۸۰	۲-۴-۱۵ فیلتر IIR
۲۸۱	۳-۴-۱۵ فیلتر باترورث
۲۸۱	۴-۴-۱۵ فیلتر چبیشف
۲۸۱	۵-۱۵ طراحی فیلتر دیجیتال

۳۵۴	۷-۱۷ وقفه در کامپایلر MikroC
۳۵۵	۸-۱۷ وقفه‌های خارجی

فصل ۱۸

۳۶۱	شبکه اتترنت
۳۶۱	مقدمه
۳۶۱	۱-۱۸ تجهیزات اتترنت
۳۶۱	۲-۱۸ توپولوژی شبکه
۳۶۲	۱-۲-۱۸ توپولوژی باس (Bus)
۳۶۲	۲-۲-۱۸ توپولوژی استار (Star)
۳۶۳	۳-۲-۱۸ توپولوژی حلقه (Ring)
۳۶۳	۳-۱۸ انواع اتترنت
۳۶۳	۱-۳-۱۸ گروه Base5۱۰
۳۶۴	۲-۳-۱۸ شبکه Base2۱۰
۳۶۴	۳-۳-۱۸ شبکه BaseT۱۰
۳۶۴	۴-۱۸ کابل‌ها و کانکتورها
۳۶۴	۱-۴-۱۸ کابل کواکسیال
۳۶۵	۲-۴-۱۸ اتصالات کواکسیال
۳۶۵	۳-۴-۱۸ کابل زوج بهم تابیده شده
۳۶۵	۴-۴-۱۸ اتصالات کابل زوج بهم تابیده
۳۶۶	۵-۱۸ مدل‌های OSI و TCP/IP
۳۶۸	۶-۱۸ پروتکل‌های استاندارد TCP/IP
۳۶۸	۷-۱۸ لایه فیزیکی
۳۶۸	۱-۷-۱۸ سیگنال ارتباطی در اتترنت
۳۶۹	۸-۱۸ لایه پیوند داده
۳۶۹	۱-۸-۱۸ روش CSMA/SD
۳۶۹	۲-۸-۱۸ عملکرد MAC
۳۶۹	۹-۱۸ قالب‌های اتترنت
۳۷۱	۱۰-۱۸ لایه شبکه
۳۷۲	۱-۱۰-۱۸ پروتکل IP
۳۷۴	۲-۱۰-۱۸ پروتکل ARP
۳۷۵	۳-۱۰-۱۸ پروتکل ICMP
۳۷۷	۱۱-۱۸ لایه انتقال
۳۷۷	۱-۱۱-۱۸ پروتکل TCP
۳۷۷	۲-۱۱-۱۸ پروتکل UDP

۳۰۶	۴-۲-۱۶ درخواست پاسخ از راه دور
۳۰۶	۵-۲-۱۶ کشف خطا و تصحیح آن در سطح پیام
۳۰۷	۶-۲-۱۶ کشف خطا در سطح خط انتقال
۳۰۷	۷-۲-۱۶ درصد خطا
۳۰۷	۸-۲-۱۶ تأیید متقابل
۳۰۷	۹-۲-۱۶ رد پیام
۳۰۷	۱۰-۲-۱۶ سنکرون‌سازی زمان‌بندی
۳۰۸	۳-۱۶ استانداردهای CAN
۳۰۸	۴-۱۶ نرخ انتقال
۳۰۸	۵-۱۶ مدل OSI
۳۱۰	۶-۱۶ انواع قالب‌بندی‌ها
۳۱۰	۱-۶-۱۶ قالب داده استاندارد
۳۱۰	۲-۶-۱۶ قالب داده توسعه یافته
۳۱۲	۳-۶-۱۶ قالب‌بندی خطا
۳۱۳	۷-۱۶ محدوده خطا
۳۱۳	۸-۱۶ قالب‌بندی اضافه بار (Overload)
۳۱۳	۹-۱۶ لایه فیزیکی CAN
۳۱۴	۱-۹-۱۶ داوری گذرگاه
۳۱۵	۱۰-۱۶ CAN در کنترلر dsPIC
۳۱۶	۱-۱۰-۱۶ رجیسترهای CAN
۳۳۹	۱۱-۱۶ فرستنده گیرنده CAN
۳۴۰	۱۲-۱۶ کتابخانه‌ای CAN

فصل ۱۷

۳۴۹	وقفه و تله
۳۴۹	مقدمه
۳۴۹	۱-۱۷ مراحل اجرای یک وقفه
۳۵۰	۲-۱۷ سازمان وقفه در dsPIC
۳۵۰	۱-۲-۱۷ جدول بردار وقفه (IVT)
۳۵۱	۲-۲-۱۷ جدول بردار وقفه فرعی (AIVT)
۳۵۱	۳-۱۷ تقدم وقفه‌ها (Interrupt Priority)
۳۵۲	۴-۱۷ وقفه تو در تو (Interrupt Nesting)
۳۵۲	۵-۱۷ تله (Trap)
۳۵۴	۶-۱۷ فعال کردن وقفه

فصل ۲۱

۴۳۵	LCD های کاراکتری و گرافیکی
۴۳۵	مقدمه
۴۳۵	۱-۲۱ توصیف پایه‌های LCD
۴۳۶	۲-۲۱ کدهای فرمان LCD
۴۳۷	۱-۲-۲۱ ارسال داده به LCD
۴۳۸	۳-۲۱ کتابخانه LCD در MikroC
۴۴۲	۴-۲۱ LCD گرافیکی
۴۴۳	۵-۲۱ LCD گرافیکی مدل GDM12864A
۴۴۵	۶-۲۱ دستورهای کنترلی GLCD
۴۴۷	۷-۲۱ کتابخانه GLCD مدل KS0108
۴۵۸	۸-۲۱ LCD گرافیکی مدل Toshiba
۴۶۴	۹-۲۱ پیکربندی GLCD در مد گرافیکی
۴۶۵	۱۰-۲۱ پیکربندی GLCD در مد متنی
۴۶۸	۱۱-۲۱ کتابخانه GLCD مدل Toshiba

۳۷۷	۳-۱۱-۱۸ پورت‌ها و سوکت‌ها
۳۷۹	۱۲-۱۸ تراشه‌های اترنت
۳۷۹	۱-۱۲-۱۸ تراشه ENC28J60
۳۸۲	۱۳-۱۸ کتابخانه اترنت در MikroC

فصل ۱۹

۳۹۹	ارتباط سریال wire۱
۳۹۹	مقدمه
۳۹۹	۱-۱۹ ارتباط سریال wire۱
۴۰۰	۲-۱۹ توابع کتابخانه‌ای wire۱
۴۰۰	۱-۲-۱۹ تابع () OW_Reset
۴۰۰	۲-۲-۱۹ تابع () OW_Read
۴۰۰	۳-۲-۱۹ تابع () OW_Write

فصل ۲۰

۴۰۲	کارت‌های حافظه MMC/SDC
۴۰۳	مقدمه
۴۰۴	۱-۲۰ اتصال کارت حافظه به کنترلر
۴۰۵	۲-۲۰ مد SPI
۴۰۵	۱-۲-۲۰ دستور و پاسخ در مد SPI
۴۰۶	۲-۲-۲۰ دستورات در مد SPI
۴۰۶	۳-۲-۲۰ پاسخ‌ها در مد SPI
۴۰۹	۴-۲-۲۰ انتخاب مد SPI در کارت حافظه
۴۱۳	۳-۲۰ رجیسترهای کارت حافظه
۴۱۴	۴-۲۰ سیستم فایل (FAT)
۴۱۵	۱-۴-۲۰ ساختمان FAT
۴۱۶	۲-۴-۲۰ رکورد راه‌انداز اصلی (MBR)
۴۱۶	۳-۴-۲۰ رکوردهای راه‌انداز حجم (Volume)
۴۱۸	۴-۴-۲۰ فهرست اصلی
۴۱۸	۵-۴-۲۰ کلاستر (Cluster)
۴۱۹	۶-۴-۲۰ جداول موقعیت فایل
۴۲۰	۵-۲۰ کارت‌های حافظه در MikroC
۴۲۰	۱-۵-۲۰ کتابخانه Multi Media Card