

آموزش میکروکنترلرهای

lpc1768

جواد شورانگیز حقیقی



انتشارات قدیس

www.Qeddis.com

سورانیگز حقیقی، جواد، ۱۳۶۶ -	سرشناسه
آموزش میکروکنترلرهای LPC 1768 / مولف جواد سورانیگز حقیقی، محمود طباطبایی.	عنوان و نام پدیدآور
تهران: قدیس، ۱۳۹۶.	مشخصات نشر
۱۹۸ ص: مصور.	مشخصات ظاهری
۱۵۰۰۰۰ ریال 0-49-8050-600-978 :	شابک
فیبا	وضعیت فهرست نویسی
کنترل کننده‌های برنامه‌پذیر	موضوع
Programmable controllers	موضوع
میکروکنترلر، ا. آر. ام.	موضوع
ARM microcontroller	موضوع
میکروکنترلرها	موضوع
Microcontrollers	موضوع
طباطبایی، محمود، ۱۳۶۶ -	شناسه افزوده
۱۳۹۶ / ۲۲۳۲۳ ک.ش. ۹	رده بندی کنگ
۶۳۹/۸۹۵	رده بندی دیسی
۴۶۹۷۶۷	شماره شابک ملی



انتشارات قدیس

آموزش میکروکنترلرهای LPC1768

مؤلف: جواد سورانیگز حقیقی - محمود طباطبایی

ناشر: قدیس

صفحه‌آرایی: قدیس

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: راس، گلری

نوبت و سال چاپ: اول، ۳۹۶

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۰۰-۴۹-۸۰۵۰-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ محفوظ و منحصرأ مخصوص ناشر است.

دفتر مرکزی و مرکز پخش:

انتشارات قدیس: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، نبش بن‌بست حقیقت، پلاک ۴ واحد ۵

تلفن: ۶۶۴۰۳۵۴۸ - ۶۶۴۱۱۳۸۱ - ۶۶۷۱۵۲۵۵

تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

کتابفروشی الیاس: میدان انقلاب- نبش ۱۲ فروردین- پلاک ۱۳۱۰

www.Qeddis.com

۴۲	 پروگرام کردن با استفاده از بوت لودر ISP
۴۲	 پروگرامر J-LINK
۴۳	 نحوه اتصال پروگرامر J-LINK به پایه‌های میکروکنترلر LPC-1768
۴۵	 فصل پنجم / برنامه نویسی زبان C
۴۶	 متغیر
۴۸	 انواع متغیر
۴۸	 توضیحات Comment
۴۸	 دستورات پیش پردازنده #include
۴۹	 دستورات #define
۵۰	 عملگرها
۵۳	 ساختار کنترلر
۵۶	 ساختار تصمیم
۵۷	 توابع ریاضی
۵۸	 تابع atan
۵۹	 نحوه ساخت یک تابع در برنامه نویسی
۶۵	 فصل ششم / ساخت کد برنامه و استفاده از آن در نرم افزار KEIL
۷۱	 فصل هفتم / POWER
۷۲	 PCOMP (POWER CONTROL FOR PERIPHERALS)
۷۴	 شبیه ساز رجیسترهای واحد Power در نرم افزار KEIL
۷۵	 فصل هشتم / کنترل پردازنده (CPU CLOCK)
۷۷	 تنظیم فرکانس کاری CPU
۷۷	 رجیسترهای ضروری برای تنظیم کلاک
۷۷	 CLKSRCSEL (Clock Source Select Register)
۷۸	 SCS (System Controls and Status register)
۷۹	 PLL0CON (PLL0 Control register)
۷۹	 PLL0CFG (Configuration register)
۸۰	 PLL0FEED (PLL0 Feed Register)

۸۱	 PLL0STAT(PLL0 Status Register)
۸۱	 CPU CLOCK DIVISION
۸۲	 PCLKSEL (Peripheral Clock Selection Register)
۸۵	 فصل نهم / وقفه (INTERRUPT)
۸۶	 رجیسترهای مورد استفاده برای تنظیم وقفه
۸۶	 ISER(Interrupt Set-Enable Register)
۸۷	 ICER(Interrupt Clear-Enable Register)
۸۷	 IPR(Interrupt Priority Register)
۸۸	ISPR (Interrupt Set-Pending Registers) & ICPR(Interrupt Clear-Pending Registers)
۸۹	 روش تنظیم یک وقفه در هنگام برنامه نویسی
۹۱	 فصل دهم / GPIO (General Purpose Input/Output) پورت‌های ورودی / خروجی
۹۲	 PINSEL (Pin Function Select Register)
۹۵	 شبیه ساز PINSEL در نرم افزار KEIL
۹۶	 تنظیمات برای استفاده یک پین (یا پورت) به عنوان ورودی / خروجی
۹۶	 رجیسترهای مورد استفاده در واحد GPIO
۹۷	 FIOCLR(Fast GPIO Port Direction control register)
۹۷	FIOxSET(Fast Port Output Set register), FIOxCLR(Fast Port Output Clear register)
۹۸	 FIOPIN(Fast Port Pin Value Register)
۹۸	 PINMODE (Pin Mode Select Register)
۱۰۰	 FIOXMASK (Fast Mask Register For Port)
۱۰۲	 شبیه ساز GPIO0 در نرم افزار KEIL
۱۰۳	 فصل یازدهم / تایمر (TIMER)
۱۰۴	 رجیسترهای مورد نیاز TIMER0
۱۰۴	 TC (Timer Counter)
۱۰۵	 TOTCR (Timer Control Register)
۱۰۵	 MR0 – MR3 (Match Register)

۱۰۵	MCR (Match Control Register)
۱۰۷	IR (Interrupt Register) رجیستر وقفه تایمر
۱۰۹	شبیه ساز TIMER0 در نرم افزار KEIL
۱۱۱	فصل دوازدهم / کانتور (COUNTER)
۱۱۲	رجیستر های مورد نیاز واحد COUNTER
۱۱۲	CTCR (Count Control Register)
۱۱۴	TC (Timer Counter)
۱۱۴	T0TCR (Timer Control Register)
۱۱۴	MR0 – MR3 (Match Register)
۱۱۵	MCR (Match Control Register)
۱۱۶	IR (Interrupt Register) رجیستر وقفه تایمر / کانتور
۱۱۸	شبیه ساز COUNTER در نرم افزار KEIL
۱۱۹	فصل سیزدهم / تایمر سگ نگهبان (WATCHDOG)
۱۱۹	تایمر سگ نگهبان (WATCHDOG)
۱۲۰	رجیسترهای بلوک WATCHDOG
۱۲۱	WDCLKSEL (Watchdog Timer Clock Source Selection Register)
۱۲۱	WDMOD (Watchdog Mode Register)
۱۲۲	WDTC (Watchdog Timer Constant Register)
۱۲۲	WDFEED (Watchdog Feed Register)
۱۲۳	مراحل تنظیمات WATCHDOG
۱۲۴	شبیه ساز WATCHDOG TIMER در نرم افزار KEIL
۱۲۷	فصل چهاردهم / ارتباط سریال UART
۱۲۸	معرفی ارتباط UART
۱۲۹	UART به چه صورت کار می کند؟
۱۳۱	خصوصیات واحد UART میکروکنترلر LPC-1768
۱۳۲	تنظیم پایه های سخت افزاری مورد استفاده مربوط به واحد UART0
۱۳۳	تنظیم POWER مربوط به واحد UART0

۱۳۲	.....	ریجستر های ضروری برای راه اندازی واحد UART0
۱۳۳	.....	LCR (Line Control Register)
۱۳۳	.....	ریجستر های DLM , DLL , FDR
۱۳۵	.....	FCR (FIFO Control Register)
۱۳۵	.....	LSR (Line Status Register)
۱۳۶	.....	THR (Transmit Holding Register)
۱۳۶	.....	RBR (Receiver Buffer Register)
۱۳۶	.....	IER (Interrupt Enable Register)
۱۳۷	.....	توابع کاربردی در ارسال و دریافت UART0
۱۳۷	.....	ارسال یک کاراکتر یک بایت به پورت سریال
۱۳۸	.....	ارسال یک رشته به پورت سریال
۱۳۸	.....	دریافت یک کاراکتر یک بایت از پورت سریال
۱۳۸	.....	دریافت یک رشته از پورت سریال
۱۴۲	.....	شبیه ساز UART0 در نرم افزار KEIL
۱۴۵	.....	فصل پانزدهم / ارتباط سریال SPI
۱۴۷	.....	SPI چگونه کار می کند؟
۱۴۸	.....	مراحل انتقال داده از طریق پروتکل SPI
۱۴۹	.....	خصوصیات ارتباط SPI
۱۵۰	.....	پایه های سخت افزاری در ارتباط SPI میکروکنترلر LPC-1768
۱۵۰	.....	تنظیم فرکانس اعمالی به واحد SPI در میکروکنترلر LPC-1768
۱۵۰	.....	تنظیم پایه های سخت افزاری میکروکنترلر LPC-1768 جهت استفاده از مد SPI
۱۵۰	.....	تنظیم POWER واحد SPI میکروکنترلر LPC-1768
۱۵۱	.....	ریجستر های ضروری برای راه اندازی واحد SPI
۱۵۱	.....	S0SPCR(SPI Control Register)
۱۵۲	.....	S0SPSR(SPI Status Register)
۱۵۲	.....	S0SPDR(SPI Data Register)
۱۵۳	.....	S0SPCCR(SPI Clock Counter Register)
۱۵۳	.....	S0SPINT(SPI Interrupt Flag)

۱۵۵	شبیه ساز SPI در نرم افزار KEIL
۱۵۷	فصل شانزدهم / ساعت RTC (REAL-TIME CLOCK)
۱۵۸	برخی از مشخصات واحد RTC به صورت زیر می باشد:
۱۵۸	تنظیم پایه های سخت افزاری مورد استفاده مربوط به واحد RTC
۱۵۹	فعال سازی POWER واحد RTC
۱۵۹	ریجستر های کاربردی واحد RTC:
۱۵۹	TIME COUNTER REGISTERS ریجسترهای شمارنده زمان
۱۶۰	ALARM REGISTER GROUP ریجستر های هشدار دهنده (ALARM)
۱۶۱	CCR (Clock Control Register)
۱۶۱	CIIR (Counter Increment Interrupt Register)
۱۶۲	ILR (Interrupt Location Register)
۱۶۵	شبیه ساز ریجستر SPI در نرم افزار KEIL
۱۶۷	فصل هفدهم / مبدل آنالوگ به دیجیتال ADC
۱۶۷	مبدل آنالوگ به دیجیتال ADC
۱۶۸	مشخصات واحد ADC LPC-1768
۱۶۸	پایه های سخت افزاری ورودی واحد آنالوگ به دیجیتال در LPC-1768
۱۷۰	پایه های سخت افزاری تغذیه واحد آنالوگ به دیجیتال در LPC-1768
۱۷۰	فعال سازی POWER مربوط به واحد ADC
۱۷۰	تنظیم فرکانس کلاک اعمالی به واحد ADC
۱۷۱	ریجستر های ضروری برای راه اندازی واحد ADC
۱۷۱	AD0CR (A/D Control Register)
۱۷۲	AD0INTEN (A/D Interrupt Enable Register)
۱۷۳	AD0DRx (A/D Channel x Data Register)
۱۷۳	مراحل پیکر بندی واحد ADC به صورت زیر می باشد:
۱۷۵	شبیه ساز ADC در نرم افزار KEIL
۱۷۷	فصل هجدهم / مبدل دیجیتال به آنالوگ DAC
۱۷۸	مشخصات واحد DAC LPC-1768

۱۷۸	.....	پایه های سخت افزاری خروجی واحد دیجیتال به آنالوگ در LPC-1768
۱۷۹	.....	پایه های سخت افزاری تغذیه واحد دیجیتال به آنالوگ در LPC-1768
۱۷۹	.....	فعال سازی POWER مربوط به واحد DAC
۱۷۹	.....	تنظیم فرکانس کلاک اعمالی به واحد DAC
۱۷۹	.....	ریجستر های ضروری برای راه اندازی واحد DAC
۱۸۰	.....	DACR (D/A Converter Register)
۱۸۱	.....	شبیه ساز DAC در نرم افزار KEIL
۱۸۳	.....	فصل نهم: LCD کاراکتری
۱۸۴	.....	معرفی پایه های سخت افزاری LCD کاراکتری
۱۸۵	.....	اضافه کردن کتابخانه LCL کاراکتری به نرم افزار KEIL
۱۸۶	.....	اضافه کردن کتابخانه حیر به نرم افزار KEIL
۱۸۶	.....	اتصال پایه های نمایشگر کاراکتری به میکروکنترلر LPC-1768
۱۸۶	.....	دستورات مورد نیاز برای کار با کتابخانه LCD
۱۸۷	.....	دستورات مورد نیاز برای کار با کتابخانه تابع
۱۸۹	.....	پیوست اول: پین های سخت افزاری
۱۹۵	.....	پیوست دوم: واژه نامه

با امید که این ارزش مورد قبول پروردگار و مورد استفاده مندان عزیز قرار بگیرد. بر خود ارمی دانیم تا از همه دوستانی که با تشویق خود ما را در نگارش هر چه بهتر این اثر یاری نمودند، ویژه ار آقای مهندس عبدالکریم ماندگاری که نظرات ایشان ما را در گردآوری هر چه بهتر کتاب یاری نموده است و سرکارخانم فرزانه حیدری (طراح عکسها و روی جلد کتاب) با تمام وجود در دانش کنیم. در پایان از تمامی خوانندگان عزیز این کتاب دعوت می شود تا با ارائه نظرات، انتقادات و پیشنهادهای خود ما را در رفع کاستی های این اثر یاری کنند. نویسنده کتاب از طریق پست الکترونیکی arm7lpc1768@gmail.com آماده ارتباط و تبادل نظر با شما عزیزان می باشند.

نحوه مطالعه کتاب نحوه مطالعه کتاب

در این کتاب سعی شده بعد از آشنایی با معماری پردازنده های ARM و انواع مدل های موجود، کاربرد سری های مختلف از این پردازنده بیان گردد. سپس یک آشنایی کلی با سخت افزار میکروکنترلر LPC-1768 جهت کار به صورت عملی پیدا می کنیم. در ادامه به آموزش محیط نرم افزار KEIL که برای کد نویسی و اجرای مثال های کتاب مورد نیاز می باشد پرداخته شده است. شما می توانید از محیط شبیه ساز این نرم افزار جهت تست تمامی مثال های کتاب استفاده کنید. شبیه سازی هر واحد جانبی در انتهای هر فصل توضیح داده شده است.

در ادامه به معرفی پروگرامر J-LINK و نحوه استفاده از این پروگرامر در نرم افزار KEIL و اتصال فیزیکی آن با میکروکنترلر LPC-1768 اشاره شده است که این امر شما را در جهت ساخت سخت افزار مناسب کمک خواهد کرد. سعی کنید تمامی مثال های گفته شده در آخر هر

فصل را با استفاده از سیمولینک نرم افزار KEIL مورد بررسی دقیق قرار دهید. گفتنی است که در ابتدای ورود به مبحث برنامه نویسی واحدهای مختلف، ابتدا با جداول متنوعی روبرو می-شوید که ممکن است گاهی باعث سر درگمی در مطالب خوانده شده شود. (سعی نکنید جداول را حفظ کنید). شما باید به این نکته توجه داشته باشید که بعد از اتمام یک فصل روند راه اندازی واحد که آن را مورد مطالعه قرار داده‌اید را فرا بگیرید تا بتوانید از قسمت‌های مختلف آن واحد بدرستی در برنامه‌نویسی خود استفاده کنید. در این صورت است که شما می-توانید برنامه کاربردی را جهت هدف خاصی بنویسید. در طول برنامه‌نویسی با مراجعه به جدول مورد نظر از این جداول به درستی استفاده خواهید کرد.

فصل‌های تنظیمات مربوط به کلاک، کنترل توان، وقفه و GPIO فصل‌های پایه‌ای این کتاب می‌باشد. برای مثال چنانچه شما قصد راه اندازی واحد UART را داشته باشید، باید قبل از شروع این فصل، فصل‌های پایه را مطالعه کرده باشید. در شروع هر فصل چنانچه نیاز به پایه خاصی در سخت افزار، جهت استفاده به صورت کاربردی در پروژه‌ای باشد قبل از توضیح رنجستریهای فصل جدید، نمره اندالات سخت افزاری آن واحد بیان گردیده است. برای مثال واحد ADC نیاز به تغذیه جداگانه جهت جلوگیری از ورود نویز به این واحد حساس به نویز بر روی سخت افزار در نظر گرفته شده است، بنابراین جهت آشنایی کامل در ابتدا فصل ADC قبل از معرفی رنجستریهای مربوطه پایه‌های سخت افزاری واحد ADC توضیح داده شده است.

در کاربردهای کنترل صنعتی، سادگی، پاسخ دهی سریع و پایداری بسیار مهم هستند. قابلیت‌های میکروکنترلرهای ARM موجب شده است که تبدیل به یکی از مهمترین انتخاب‌ها در این صنعت پر مخاطب شود. در این کتاب قصد داریم این میکروکنترلر را بصورت رجیستری مورد بررسی قرار دهیم که این امر باعث می‌گردد دید ماشینی و درک عمیقی از میکروکنترلرهای ARM و ساختار داخلی آن داشته باشیم.