

۲۰۸۴۴۰
۵۷۱۰۸

پردازش بلادرنگ سیگنال‌های دیجیتال

مبتنی بر DSP‌های سری C55x

(طراحی سخت‌افزار)

مهندس حسین فروزانی

مهندس حنیف فروزانی

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.



«عنوان کتاب: پردازش بلادرنگ سیگنالهای دیجیتال

مبتنی بر DSP های سری C55X (طراحی سخت افزار)

«مؤلف: مهندس حسین فروزانی

مهندس حنیف فروزانی

«ناشر: همسایه سرگرم، نشری دبیران تهران

«طراح جلد: مریم رسا، تهران

«نوبت چاپ: اول

«تاریخ نشر: ۱۳۹۷

«چاپ و صحافی: درج عقیق

«تیراژ: ۱۰۰ جلد

«قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال

«شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۰۶۰-۷

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

فروشگاههای اینترنتی دبیران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagaran-tehran.com

www.mftdibagaran.ir

نشانی تلگرام: @mftbook

لینک ربات دبیران : @dibagaran-tehranbot

اپلیکیشن دبیران تهران را از سایت های اینترنتی دبیران دریافت نمایید.

سرشناسه: فروزانی، حسین، ۱۳۶۶-

عنوان و نام پدیدآور: پردازش بلادرنگ سیگنالهای

دیجیتال مبتنی بر DSP های سری C55X (طراحی سخت

افزار) / مؤلفین : حسین فروزانی، حنیف فروزانی .

مشخصات نشر: تهران : دبیران تهران، ۱۳۹۷

مشخصات ظاهری: ۲۰۰ ص: مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۰۶۰-۷

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: پردازش سیگنالها-شیوه های رقمی

signal processing-digital techniques

موضوع: پردازش سیگنالها-شیوه های رقمی

موضوع: پردازش سیگنالها-شیوه های رقمی

شناسه افروده: فروزانی، حسین، ۱۳۷۰-

رده بندی کنگره: ۵۰۲/۹ TK ۵۰۲/۴ پ ۴/ف

رده بندی دیویی: ۶۲۱.۳۲۲

شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۸۱

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱۳
معرفی پردازنده‌های سیگنال دیجیتال سری C55x شرکت TI.....	۱۳
۱-۱ آشنا با اولیه با پردازنده‌های سری C55x.....	۱۴
۱-۲ سری پردازنده‌های معماری پردازنده‌های سری C55x.....	۱۷
۱-۲-۱ بررسی معماری TMS320VC5507 & 09 به صورت بلوک دیاگرامی.....	۱۷
۱-۲-۲ بررسی نسخه سیلیکون و نسخه CPU تراشه‌های خانواده‌ی C55x.....	۱۹
۱-۳ بخش‌های اصلی تشکیل دهنده یک تراشه‌ی DSP از خانواده‌ی C55x.....	۲۲
۱-۳-۱ بخش پردازش و حافظه.....	۲۳
۱-۳-۲ بخش رسیدگی به سیستم.....	۲۶
۱-۳-۳ بخش واحدهای جانبی.....	۲۸
۱-۳-۴ باس‌های مستقل دیتا و برنامه.....	۲۹
۱-۳-۵ واحد واسط حافظه‌ی داخلی.....	۳۱
۱-۴ باس واحدهای جانبی.....	۳۲
۱-۵ نقشه‌ی حافظه یا همان Memory Map.....	۳۴
۱-۵-۱ بررسی بخش‌های تشکیل دهنده‌ی Memory Map.....	۳۷
۱-۶ مروری بر مباحث طرح شده در این فصل.....	۳۹
فصل دوم.....	۴۱
نکات مهم در طراحی کتابخانه‌ی شماتیکی تراشه‌ی DSP (بخش اول).....	۴۱
۲-۱ روش نامگذاری DSP مورد استفاده.....	۴۳

۴۴	۲-۲ طراحی کتابخانه‌ی شماتیک TMS320VC5507 & 09A
۴۵	۲-۳ واحدهای جانبی تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۴۸	۲-۴ پورت موازی
۵۰	۲-۴-۱ حافظه‌های قابل اتصال به تراشه‌ی DSP از طریق EMIF
۵۶	۲-۴-۲ بررسی پایه‌های آدرس، دیتا و کنترل پورت موازی
۵۸	۲-۴-۳ بررسی چهار مود کاری پورت موازی
۵۹	۲-۵ مقدمات مهم در طراحی کتابخانه‌ی شماتیکی تراشه‌ی DSP
۶۱	۲-۶ رسم شماتیک کتابخانه‌ی شماتیکی تراشه‌های بزرگ
۶۵	۲-۷ رسم شماتیک پورت موازی در Part A و Part B
۷۱	۲-۸ ترمینال‌های ورودی و خروجی I/O
۷۲	۲-۹ رسم شماتیک ترمینال‌های وقفه، ریست و I/O در Part C
۷۴	۲-۱۰ تمام ترمینال‌های مربوط به CLK، OS، RTC و تایمر
۷۵	۲-۱۰-۱ روش‌های تأمین کلاک مورد نیاز تراشه‌ی DSP
۷۹	۲-۱۱ رسم شماتیک ترمینال‌های زمان‌بندی در Part D
۸۰	۲-۱۲ نکات حرفه‌ای در انتخاب فرکانس کلاک ورودی
۸۴	۲-۱۳ مروری بر مباحث طرح شده در این فصل
۸۶	فصل سوم
۸۶	نکات مهم در طراحی کتابخانه‌ی شماتیکی تراشه‌ی DSP (بخش دوم)
۸۷	۳-۱ ترمینال‌های واحدهای McBSP
۹۰	۳-۲ استفاده از واحد McBSP در نقش SPI
۹۳	۳-۳ رسم شماتیک ترمینال واحدهای McBSP در Part E
۹۶	۳-۴ ترمینال‌های USB، I2C و کانال‌های ADC

۹۶.....	۳-۴-۱ واحد I2C تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۹۸.....	۳-۴-۲ واحد USB تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۹۹.....	۳-۴-۳ بررسی چهار نوع انتقال دیتا به وسیله‌ی USB Full Speed
۱۰۱.....	۳-۴-۴ بلوک‌های تشکیل دهنده‌ی ماژول USB تراشه‌ی DSP
۱۰۵.....	۳-۴-۵ کانال‌های ADC تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۱۰۸.....	۳-۵ ترمینال‌های تست و Emulation تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۱۰۹.....	۳-۵-۱ نقش هر یک از پایه‌های تست و اشکل‌زدایی
۱۱۱.....	۳-۶ ترمینال‌های تغذیه.....
۱۱۲.....	۳-۶-۱ ساختار تغذیه‌ی هسته‌ی تراشه CVDD و تغذیه‌ی I/Oهای تراشه DVDD
۱۱۴.....	۳-۶-۲ ساختار تغذیه‌ی مجزای واحدهای RTC, ADC و USB
۱۱۶.....	۳-۶-۳ ترمینال‌های زمین تراشه‌ی DSP
۱۱۷.....	۳-۷ مروری بر مباحث طی شده در این فصل.....
۱۲۰.....	فصل چهارم.....
۱۲۰.....	شرایط تأمین تغذیه‌ی پایدار برای مدار.....
۱۲۱.....	۴-۱ تأمین ولتاژ ورودی.....
۱۲۳.....	۴-۲ تأمین ولتاژ I/O تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۱۲۶.....	۴-۳ خازن‌های دی‌کوپلینگ پایه‌های DVDD
۱۲۷.....	۴-۴ تأمین ولتاژ هسته‌ی تراشه‌ی TMS320VC5507 & 09A
۱۲۸.....	۴-۴-۱ استفاده از رگولاتور ثابت برای تأمین ولتاژ ۱٫۲ ولت.....
۱۲۹.....	۴-۴-۲ استفاده از رگولاتور Adjustable برای تأمین ولتاژ ۱٫۲ ولت.....
۱۳۱.....	۴-۴-۳ استفاده از رگولاتورهای Adjustable برای تأمین ولتاژ ۱٫۳۵ ولت.....
۱۳۴.....	۴-۴-۴ استفاده از رگولاتورهای Adjustable برای تأمین ولتاژ ۱٫۶ ولت.....
۱۳۶.....	۴-۵ خازن‌های دی‌کوپلینگ پایه‌های CVDD
۱۳۷.....	۴-۶ تأمین ولتاژ مورد نیاز واحد RTC.....

۴-۷	خازن‌های دی‌کوپلینگ پایه‌ها تغذیه‌ی RTC	۱۳۹
۴-۸	شرایط تأمین تغذیه‌ی مناسب برای ADC و USB_PLL	۱۴۰
۴-۹	مروری بر مباحث مطرح شده در این فصل	۱۴۳
۱۴۶	فصل پنجم	
۱۴۶	دریافت سیگنال صوتی به کمک CODEC	
۵-۱	معرفی تراشه‌ی TLV320AIC23B	۱۴۷
۵-۲	تأمین تغذیه‌ی تراشه‌ی TLV320AIC23B	۱۴۹
۵-۳	کانکتور یک ۳۵ میلیمتری صدا، شماتیک و فوت‌پرینت	۱۵۰
۵-۴	مدار بررسی میکروفون	۱۵۴
۵-۵	مدار صدای استریو ورودی	۱۵۵
۵-۶	مدار خروجی هدفون	۱۵۶
۵-۷	مدار صدای استریوی خروجی	۱۵۷
۵-۸	بررسی چرخه‌ی ورود و خروج سیگنال‌های صوتی	۱۵۸
۵-۹	واحد واسط سیگنال‌های دیجیتال صدا با DSP	۱۶۰
۵-۱۰	مدار رابط تراشه‌ی DSP و تراشه‌ی CODEC	۱۶۱
۵-۱۱	کنترل تراشه‌ی TLV320AIC23B تحت ارتباط I2C	۱۶۲
۵-۱۲	خازن‌های تکمیل‌کننده‌ی مدار TLV320AIC23B	۱۶۵
۵-۱۳	مروری بر مباحث مطرح شده در این فصل	۱۷۰
۱۷۲	پیوست‌ها	
۱۷۳	پیوست ۱ تراشه‌ی TMS320VC5509A در یک نگاه	
۱۷۴	پیوست ۲ جدول اختصاص پایه‌ی تراشه‌ی TMS320VC5509A	

پیوست ۳	جدول توصیف سیگنال تراشه‌ی TMS320VC5509A	۱۷۶
پیوست ۳	بلوک دیاگرام تراشه‌ی TMS320VC5509A	۱۸۸
پیوست ۵	نقشه‌ی حافظه‌ی تراشه‌ی TMS320VC5509A	۱۸۹
پیوست ۶	جدول Boot هر دو تراشه‌ی TMS320VC5509A و TMS320VC5507	۱۹۰
پیوست ۷	تراشه‌ی TMS320VC5507 در یک نگاه	۱۹۱
پیوست ۸	جدول تخصیص پایه‌ی تراشه‌ی TMS320VC5507	۱۹۲
پیوست ۹	جدول توصیف سیگنال تراشه‌ی TMS320VC5507	۱۹۳
پیوست ۱۰	بلوک دیاگرام تراشه‌ی TMS320VC5507	۱۹۵
پیوست ۱۱	نقشه‌ی حافظه‌ی تراشه‌ی TMS320VC5507	۱۹۶
پیوست ۱۲	بلوک دیاگرام تراشه‌ی TLV320AIC23B	۱۹۷
پیوست ۱۳	جدول تخصیص پایه و توصیف سیگنال تراشه‌ی TLV320AIC23B	۱۹۸
مراجع		۱۹۹

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب فای است که بتواند خواسته های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه، علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترش علمی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح آن هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، منتقدان، روشنگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندسین سین فروزانی و حنیف فروزانی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی، درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را به کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
bookmarket@mft.info

پردازش سیگنال‌های دیجیتال که معادل عبارت انگلیسی Digital Signal Processing می‌باشد و به اختصار به آن DSP گفته می‌شود، یک بخش مهم از علوم مهندسی با کاربردهای گوناگون در شاخه‌های مختلف می‌باشد. تعدد موضوعات و کاربردهای این شاخه از مهندسی برق تا حدی گسترده شده است که این روزها خود به عنوان یک گرایش مجزا و یا حتی به تعبیری یک رشته‌ی جداگانه‌ی بین رشته‌ای محسوب می‌شود.

عمده‌ی کاربردهای این گرایش اولاً با مباحث مخابرات دیجیتال و ثانیاً با مباحث مهندسی پزشکی در حوزه‌ی پردازش سیگنال‌های حیاتی درامیخته است؛ اما با ترکیب علوم و پدیدار شدن شاخه‌های تازه‌ی علم و پیشرفت فناوری هر روزه بر کاربردهای پردازش سیگنال‌های دیجیتال در شاخه‌های دیگر افزوده می‌شود. شاید شنیدن این نام یک کاربردهای مهم DSP در مهندسی مکانیک برای کنترل و از بین بردن نویز آکوستیکی که به آن ANC گفته می‌شود، یا مثلاً یکی دیگر از کاربردهای بسیار مهم این روزهای DSP در حوزه مهندسی برق قدرت چه در شبکه‌ی الکترونیک قدرت و چه در شاخه اندازه‌گیری پارامترهای شبکه‌ی قدرت می‌باشد، کمی تازگی داشته باشد؛ بنابراین دیدن تغییر قلی خود را در نگاه صرف ریاضیاتی به این شاخه از علوم مهندسی به کلی تغییر داد. درست است که سهم ریاضی موجود در DSP در مقایسه با برخی دیگر از شاخه‌های مهندسی بیشتر می‌باشد، اما این موضوع نباید دلیلی برای محدود دانستن آن به چارچوب روابط و اثبات‌های ریاضی باشد.

با عنایت به مواردی که در ارتباط با اهمیت این شاخه از علم در صنایع مطرح شد، در حدود ۴۰ سال اخیر شاهد آن هستیم که شرکت‌های فعال در حوزه الکترونیک، بخش شرکت معظم و پیشروی Texas Instruments به فکر ساخت پردازنده‌هایی افتادند که برای محاسبات پردازشی، بهینه شده باشند. البته این عبارت از حیث سخت‌افزاری و معماری پردازنده‌ها، توضیحات بسیار زیادی را در دل برادر در قالب چند سطر امکان طرح آن نمی‌باشد؛ اما به بیان ساده قرار بود پردازنده‌ی خاص منظوره‌ای ساخته شود که در مقایسه با یک پردازنده‌ی همه منظوره در بازه‌ی زمانی کمتری، محاسبات تبدیل فوریه‌ی گسسته‌ی بیشتری را انجام دهد. تلاش‌های دهه‌ی هشتاد و اوایل دهه‌ی نود میلادی برای دستیابی به چنین پردازنده‌هایی بسیار موفقیت‌آمیز بود. شرکت‌های مثل Analog Devices, Motorola, Microchip و سرآمد همه‌ی این‌ها شرکت TI در اواخر دهه‌ی نود میلادی و اوایل قرن جدید، پردازنده‌هایی روانه‌ی بازار کردند که ظرفیت محاسباتی بالایی داشتند. لقب برادر صنعت پردازنده‌های DSP به شرکت TI اختصاص دارد؛ به همین دلیل برای فردی که می‌خواهد در زمینه‌ی کارهای پردازشی صاحب تخصص شود، بهتر است خود را روی یادگیری کار با محصولات DSP این شرکت بگذارد. کاربرد اصطلاح DSP در معنای جدیدش که به پردازنده‌های سیگنال‌های دیجیتال دلالت می‌کند، با DSP به معنی علم پردازش سیگنال‌های دیجیتال تفاوت دارد. وقتی می‌گوییم سخت‌افزارهای مبتنی بر DSP، منظورمان از به کارگیری این

اصطلاح در واقع Digital Signal Processor است، یعنی پردازنده‌های خاص منظوره برای کاربردهای پردازشی و محاسباتی که امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های پردازشی و اعمال انواع فیلترهای دیجیتال را به کاربر خود می‌دهند.

آن روی دیگر سکه‌ی گسترش علم پردازش سیگنال‌های دیجیتال، دقیقاً همین پیشرفت الکترونیک و کامپیوتر در نیم قرن اخیر بوده است. وقتی گفته می‌شود نیاز داریم تبدیل فوری‌ی گسسته‌ی زمان گسسته بگیریم، یعنی هم محور زمان‌مان و هم مقادیر سیگنال‌مان باید گسسته باشند؛ مشخصاً این مسأله به این دلیل است که تجهیزات دیجیتال و میکروکامپیوترها امکان محاسبات پیوسته را ندارند. بنابراین هم پیشرفت تکنولوژی الکترونیک دیجیتال، از یک سو نیاز به توسعه‌ی علمی و تقویت بخش تئوری و ریاضیاتی محاسبات منطبق بر سخت‌افزارهای ساخته شده را ایجاد می‌کند، هم از سوی دیگر توسعه‌ی علمی و یافتن الگوریتم‌های جدید محاسباتی و کاربردی، نیاز به سخت‌افزار پیشرفته‌تر با توان محاسباتی بیشتر و سرعت بالاتر را ضروری می‌سازد. به بیان دیگر، این شاخه از علم-صنعت، هدایت ما و شیرینی‌های متنوع و ترکیبی زیادی دارد که غور در آن، به مرور شما را به سمت رشد متوازن در هر دو شاخه می‌کشاند. وقتی مشاهده می‌کنید که هیچ میکروکنترلری توان پیاده‌سازی الگوریتم‌های پردازشی شما را ندارد، سرعت یا دقت یا پهنای باند یا پهنای پردازشی یا همان DSPها می‌روید و وقتی مشاهده می‌کنید بهینه کردن الگوریتم‌های پردازشی به کمک کسب دانش ریاضی بیشتر و کمی ابتکار و خلاقیت مضاعف چقدر می‌تواند در استنتاج از خطاها و وجود با محدودیت‌هایش (که ذات هر سیستم طراحی و ساخته شده می‌باشد)، مؤثر باشد؛ آن‌گاه به سمت کسب دانش ریاضی بیشتر و مطالعه مراجع دانشگاهی و مقالات سوق می‌یابید. بنابراین DSP به معنای عام کلمه حای است که شما امکان رشد در هر دو سوی بازه‌ی علم و صنعت را ممکن می‌بینید.

حال آن‌که در کشور ما دانش DSP در سطح بالایی قرار دارد و اساتید دانشگاهیان مقاطع تحصیلات تکمیلی از سواد ریاضی و حتی توان برنامه‌نویسی خوبی در حوزه‌ی DSP برخوردارند، لیکن فقدان، دقیقاً جایی احساس می‌شود که کارهای سخت‌افزاری و پیاده‌سازی‌های عملیاتی نیازمند است. درست که شبیه‌سازی یک فیلتر دیجیتال پیشرفته در نرم‌افزار قدرتمندی مثل MATLAB یک توانایی آسان محسوب می‌شود، اما این دانش و توانایی برای کسب درآمد و حل مشکلات صنعت در حوزه‌ی پردازش سیگنال اگرچه لازم و ضروری است، اما ابداً کافی نمی‌باشد.

با این مقدمه، انگیزه‌ی نگارندگان این کتاب، برای مخاطب محترم مشخص می‌گردد. از آن جهت که ضرورت کسب مهارت‌های فنی مرتبط با رشته‌ی تحصیلی، بر کسی پوشیده نیست، ما در این کتاب با رویکردی کاملاً نو و متفاوت در سطح کشور، به جای تمرکز بر روی الگوریتم‌ها یا حتی توانایی برنامه‌نویسی مخصوص محاسبات پردازشی به کمک یک زبان برنامه‌نویسی و بر روی کامپیوتر، دقیقاً مسیر عکس را انتخاب کرده‌ایم و ابتدا سراغ آموزش طراحی سخت‌افزار مبتنی بر تراشه‌های DSP سری C55x رفتیم. پردازنده‌هایی که با توجه به قابلیت Dual-MAC بودن تا ۶۰۰ میلیون ضرب و جمع در ثانیه را ممکن می‌سازند و یکی از بهترین ابزار برای ورود به حوزه‌ی کارهای عملی-پژوهشی در شاخه‌ی DSP می‌باشند. اگر شما به عنوان یک مهندس طراح سیستم‌های پردازشی اعم از

صوت، تصویر، سیگنال‌های ماهواره‌ای، راداری، سیگنال‌های حیاتی، سیگنال‌های آکوستیکی و موارد دیگر، با چالش‌ها و محدودیت‌های سخت‌افزار چه از حیث ظرفیت‌های محاسباتی یک پردازنده (در مقایسه با کامپیوترها امروزی) و چه از حیث طراحی‌های سخت‌افزاری مثل پهنای باند، فرکانس نمونه‌برداری، رزولوشن نمونه‌ها، مهارت نویز محیطی، قیود عملی ارضای شرط نایکویست که با فرمول‌های ریاضیاتی در پیاده‌سازی متفاوت است و دها مشکل و چالش دیگر، مواجه نگردید، کار در این حوزه برایتان با دید کسب درآمد، سخت می‌شود. از این رو این کتاب به عنوان اولین بخش از کتاب‌های پردازش بلادرنگ سیگنال‌های دیجیتال، بر روی طراحی سخت‌افزار مبتنی بر پردازنده‌های DSP تمرکز کرده است. نکات و جزئیات طراحی شماتیک و PCB در قالب متن کتاب و چندین ویدئوی آموزشی که در DVD کتاب موجود می‌باشد، مطرح گردیده است. هر فصل ویدئوهای مخصوص خود را دارد که آموزش‌های عملی این کتاب را متنوع می‌سازد. دلیل این موضوع این است که گاهی آموزش یک تکنیک نرم‌افزاری یا یک طراحی سخت‌افزاری در چند دقیقه ویدئو راحت‌تر و بهتر از ذکر همان موضوع در قالب ۱۰ الی ۲۰ صفحه از کتاب می‌باشد. البته این مسأله دو سویه است؛ یعنی این کتاب به نحوی نگارش شده است که بدون خواندن متن آن، استفاده از ویدئوها به تنهایی تأثیرگذار نیست. توصیه می‌گردد هنگام خواندن این کتاب، کامپیوتر یا لپ‌تاپ خود را روشن کنید و پس از خواندن هر بخش از هر فصل، در صورت وجود ویدئوی آموزشی مرتبط با آن بخش در DVD، آن را مشاهده کنید و سعی کنید همان آموزش‌ها را خودتان در نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر پیاده کنید تا فرایند یادگیری شما آسان‌تر گردد. در DVD کتاب، به جز ویدئوهای آموزشی، نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر، برگه‌های اطلاعات تراشه‌های مورد استفاده و نقشه‌های مدارهای طراحی شده به همراه یک فایل PDF که راهنمای استفاده از محتوای نوشتاری و ویدئویی کتاب است، موجود می‌باشد.

در پایان، از تمام خوانندگان محترم به منظور بهبود سطح کیفی کتاب، دعوت می‌شود پیشنهادات و انتقادات خود در ارتباط با این کتاب را از طریق آدرس ایمیل info@ineee.ir یا ما در میان بگذارید. همچنین به صفحه‌ی اختصاصی این کتاب در سایت www.INEEE.ir مراجعه فرمایید و سؤالات و نظرات خود را در ذیل آن مطرح نمایید تا در اسرع وقت به شما پاسخ داده شود.