

به نام خدا

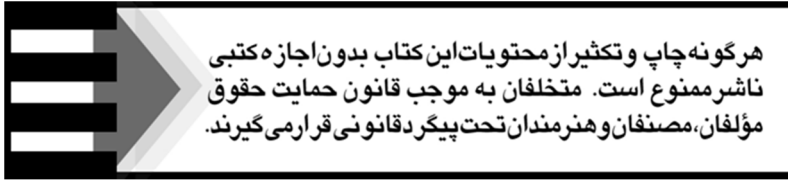


آموزش کاربردی

FPGA

مؤلف

مهندس امیر عزیزی



◀ عنوان کتاب: آموزش کاربردی FPGA

سرشناسه: غزنوی، امیر، ۱۳۶۱-
عنوان و نام پدیدآور: آموزش کاربردی FPGA / مولف:
امیر عزیزی
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری: ۲۸۰ ص: مصور،
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۰۱-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۸۰
موضوع: تراشه های برنامه پذیر اف . پی. جی . ا.
موضوع: Field programmable gate arrays
رده بندی کنگره: ۱۳۹۷ غ ۴ / ت ۷۸۹۵ TK
رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۹۵
شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۷۵۱۰۱

◀ مولفان: مهندس امیر عزیزی
◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
◀ صفحه آرای: فرنوش عبدالهی
◀ طراح جلد: داریوش فرسای
◀ نوبت چاپ: اول
◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸
◀ چاپ و صحافی: درج عقیق
◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد
◀ قیمت: ۸۰۰۰۰۰ ریال
◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۰۱-۷
نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،
خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،
پلاک ۱۲۵۱
تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶
فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :
WWW.MFTBOOK.IR
www.dibagarantehran.com
www.mftdibagaran.ir
نشانی تلگرام: @mftbook

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

فهرست مطالب

فصل ۱ ۱۰

آشنایی با FPGA و زبانهای توصیف سخت افزاری ۱۰

- ۱-۱- مقدمه ۱۱
- ۲-۱- مقایسه FPGA و تراشه های ASIC ۱۲
- ۳-۱- مقایسه FPGA با میکروکنترلرها ۱۲
- ۴-۱- امکانات FPGA ۱۳
- ۵-۱- زبان های توصیف سخت افزاری ۱۵
- ۶-۱- سخن آغازین ۱۵

فصل ۲ ۱۷

ایجاد اولین پروژه ۱۷

- ۱-۲- مقدمه ۱۸
- ۲-۲- شرح اولین پروژه ۱۸
- ۳-۲- ایجاد پروژه در ISE ۲۷
- ۴-۲- ایجاد فایل CONSTRAINT ۳۶
- ۵-۲- مراحل سنتز و روتینگ طرح ۴۰
- ۶-۲- برنامه ریزی FPGA ۴۳

فصل ۳ ۴۹

مفاهیم بنیادی VHDL: عبارتهای همزمان ۴۹

- ۱-۳- مقدمه ۵۰
- ۲-۳- مفاهیم پایه ۵۰
- ۳-۳- شبیه سازی در VHDL و ISE ۵۶
- ۴-۳- پیاده سازی یک مساله ۶۶
- ۵-۳- پکیج های مفید: انواع داده و عملگرهای حسابی ۸۲
- ۶-۳- ساخت قفل دیجیتالی ساده ۸۵
- ۷-۳- نمایش عدد ۴ بیتی روی نمایشگر 7SEGMENT ۹۴

فصل ۴..... ۱۰۳

مفاهیم بنیادی VHDL: عبارتهای ترتیبی و طراحی مدارهای ترتیبی..... ۱۰۳

- ۱-۴- مقدمه..... ۱۰۴
- ۲-۴- بلوک PROCESS..... ۱۰۴
- ۳-۴- مسأله: طراحی یک مقایسه کننده..... ۱۰۷
- ۴-۴- مسأله: نمایش مقدار ورودی روی 7SEGMENT..... ۱۱۵
- ۵-۴- ایجاد گیت TRI-STATE..... ۱۱۸
- ۶-۴- مدارهای ترکیبی و ترتیبی..... ۱۱۹
- ۷-۴- مدارهای سنکرون..... ۱۲۰
- ۸-۴- شیفت رجیستر..... ۱۲۴
- ۹-۴- مسأله: پیاده سازی رقص نور توسط FPGA..... ۱۲۶
- ۱۰-۴- مسأله: طراحی یک ثانیه شمار با نمایشگر 7SEGMENT تک رقمی..... ۱۳۳
- ۱۱-۴- رفع GLITCH..... ۱۳۶
- ۱۲-۴- مباحث پیشرفته در کدنویسی FPGA..... ۱۳۶
- ۱۳-۴- طراحی مدارهای ترتیبی با استفاده از ماشین حالت..... ۱۴۸
- ۱۴-۴- طراحی یک شمارنده با پوش باتن و نمایشگر 7SEGMENT..... ۱۵۶
- ۱۵-۴- طراحی یک شمارنده منعطف و دارای نمایشگر 7SEGMENT چهار رقمی..... ۱۶۲

فصل ۵..... ۱۷۹

ساختمان FPGA و مدارهای آن..... ۱۷۹

- ۱-۵- مقدمه..... ۱۸۰
- ۲-۵- معرفی شرکت های سازنده FPGA و محصولات آنها..... ۱۸۰
- ۳-۵- مقایسه برخی محصولات مختلف XILINX و ALTERA..... ۱۸۲
- ۴-۵- ساختمان داخلی SPARTAN3..... ۱۹۱
- ۵-۵- برخی از منابع در ساختمان SPARTAN6..... ۲۰۰
- ۶-۵- منابع تغذیه..... ۲۰۱
- ۷-۵- تامین کلاک برای FPGA و مدار آن..... ۲۱۰
- ۸-۵- مدار پیکربندی برای FPGA های خانواده SPARTAN3 و SPARTAN6..... ۲۱۱

فصل ۶..... ۲۲۰
استفاده از IP CORE های پر کاربرد..... ۲۲۰

- ۱-۶ - مقدمه..... ۲۲۱
۲-۶ - آییی کور (DIGITAL CLOCK MANAGEMENT (DCM)..... ۲۲۱
۳-۶ - استفاده از IP CORE تقسیم کننده (DIVIDER)..... ۲۳۰

فصل ۷..... ۲۳۳
استفاده از بلاک رم (BLOCK RAM)..... ۲۳۳

- ۱-۷ - مقدمه..... ۲۳۴
۲-۷ - ایجاد یک بلاک رم به روش کد نویسی..... ۲۳۴
۳-۷ - انواع بلاک رمها..... ۲۳۶
۴-۷ - تعیین مقدار اولیه برای بلاک رمها..... ۲۳۷
۵-۷ - استفاده از بلاک رم به عنوان حافظه ROM..... ۲۳۹

فصل ۸..... ۲۴۲
راه اندازی LCD های کاراکتری و KEYPAD4X4..... ۲۴۲

- ۱-۸ - مقدمه..... ۲۴۳
۲-۸ - کیپد ماتریسی 4x4..... ۲۴۴
۳-۸ - راه اندازی LCD های کاراکتری..... ۲۵۱
۴-۸ - نمایش یک عبارت روی LCD کاراکتری..... ۲۷۱
۵-۸ - نمایش کد هگز کیپد روی LCD..... ۲۷۶
منابع..... ۲۸۰

خط‌مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌هایی 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.

گسترده‌گی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان 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، متخصصان، پژوهشگران، 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 پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس امیر عزیزی" 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 برای 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

مقدمه مولف

FPGA یک موضوع محبوب در بین طراحان سیستم‌های نهفته است که کاربردهای وسیعی دارد. بوسیله تراشه‌های FPGA می‌توان انواع سیستم‌های نهفته که به سرعت بالا نیاز دارند را طراحی کرد، بهترین بستر برای انجام پردازش‌های سریع و حجیم سیگنال‌های دیجیتال می‌باشد و سرانجام، برای طراحان مدارهای مجتمع دیجیتال ابزار بسیار مناسبی است. از سوی دیگر، زبان‌های توصیف سخت‌افزاری ابزار اساسی برای توسعه کد در FPGA می‌باشند که البته نمی‌توان نگاه برنامه‌نویسی نرم‌افزاری به زبان‌های توصیف سخت‌افزاری داشت. معروفترین این زبان‌ها، VHDL و Verilog می‌باشند.

این کتاب با بیان ۱۰ مسأله ساده اما پر محتوی که در واقع مثال‌هایی عملی هستند شما را بتدریج با عبارت‌های زبان برنامه‌نویسی VHDL آشنا ساخته و همراه با آن، تکنیک‌های برنامه‌نویسی VHDL را آموزش می‌دهد. نگاه کاربردی که این کتاب به FPGA دارد، باعث شده است که تمرکز کتاب بر روی عبارت‌های قابل سنتز و پیاده‌سازی VHDL باشد. بعلاوه، نحوه ایجاد پروژه عملی در نرم‌افزار Xilinx ISE و ساخت فایل‌های پیکربندی برای برنامه‌ریزی FPGA در این کتاب به خوبی آموزش داده می‌شوند. با این وجود، کتاب از عبارت‌های قابل شبیه‌سازی نیز غافل نشده است و نحوه ایجاد فایل Test Bench و شبیه‌سازی در ISE نیز آموزش داده می‌شود.

کتاب‌های زیادی در زمینه FPGA منتشر شده است، اما اغلب، تمرکز آنها بر روی کدنویسی VHDL است و به موضوع مهمی که سوی دیگر توسعه FPGA است، یعنی سخت‌افزار و مدارهای FPGA، نمی‌پردازند. تجربه مولف این است که اغلب برنامه‌نویسان VHDL دانش اندکی در زمینه سخت‌افزار FPGA و طراحی مدارهای الکترونیکی دارند که باعث سردرگم شدن آنها در برخی از پروژه‌ها می‌شود. به همین جهت، رویکرد این کتاب این است که از همان ابتدا هر دو جنبه برنامه‌نویسی VHDL و طراحی مدار را پوشش دهد.

پیش‌نیاز این کتاب یک دانش اولیه در زمینه مدارهای دیجیتال است. در اولین فصل، با FPGA و کاربردهای آن آشنا می‌شوید. فصل دوم با بیان یک مسأله ساده به دنبال آموزش بدنه اصلی VHDL و ایجاد پروژه در نرم‌افزار Xilinx ISE است. فصل سوم، به معرفی عبارت‌های همزمان در VHDL می‌پردازد و درکنار آن نحوه انجام شبیه‌سازی در ISE آموزش داده می‌شود. تکنیک مهم و پرکاربرد توصیف ساختاری که اساس پروژه‌های ماژولار است، جزو مباحث فصل سوم می‌باشد. فصل چهارم، که شاید بتوان آن را قلب این کتاب دانست، در ابتدا عبارت‌های ترتیبی را شرح می‌دهد و پس از آن به سراغ طراحی مدارهای ترتیبی سنکرون می‌رود. طراحی مدار ترتیبی مبتنی بر ماشین حالت، پرکاربردترین تکنیک کد نویسی زبان‌های توصیف سخت‌افزاری است که در فصل چهارم پوشش داده

می‌شود. همچنین، نکات خیلی مهمی در زمینه طراحی مدارهای ترتیبی و ترکیبی در این فصل بیان می‌شود که سعی کنی در هر پروژه‌ای آنها را بکار ببری. مطالب فصل دوم تا چهارم به یکدیگر وابسته هستند. از این رو، نباید فصل چهارم را بدون مطالعه فصل سوم خواند. تا انتهای فصل چهارم، تحلیل ۱۰ مسأله به اتمام می‌رسد که حکایت از این دارد که آموزش قسمت های بنیادی VHDL به اتمام رسیده است.

فصل پنجم از دو بخش تشکیل می‌شود: بخش اول پس از معرفی چند خانواده FPGA از سازندگان مطرح، به معرفی ساختمان داخلی FPGAهای خانواده Spartan3 و Spartan6 می‌پردازد. در بخش دوم که کاربردی‌تر است، طراحی منابع تغذیه برای FPGA، تامین کلاک برای آن و مدار اتصال حافظه PROM به FPGAهای Spartan3 و Spartan6 شرح داده می‌شود. در فصل ششم، دو IP Core پرکاربرد DCM و Divider معرفی می‌شوند. پس از آن، در فصل هفتم نحوه استفاده از Block RAM داخلی FPGA شرح داده می‌شود.

سرانجام، به عنوان پروژه عملی و تکمیل مطالب آموزش داده شده، در فصل هشتم نحوه راه اندازی دو وسیله جانبی کیپد و LCD متنی به نمایندگی از سایر وسایل جانبی بطور مفصل شرح داده می‌شود.

برای حل مسائل این کتاب می‌توانید از بوردهای آموزشی Spartan3 یا Spartan6 موجود در بازار، مانند بوردهای microPartan3 و یا microPartan6 استفاده کنید. با این وجود، با دانشی که در این کتاب کسب خواهید کرد، چنانچه طراحی PCB و مونتاژ قطعات SMD را نیز بلد باشید می‌توانید خودتان یک برد آموزشی بسازید.

سخن آخر اینکه، لطفاً برای هرگونه اظهار نظر، انتقاد و پیشنهادی که می‌تواند منجر به بهتر شدن کتاب در نسخه‌های بعدی باشد، با آدرس ایمیل azizi@fpgabook.ir مکاتبه نمایید.

سپاسگزارها

سال‌ها تجربه پشتوانه‌ای بود برای نوشتن این کتاب و در کنار آن افراد و نویسندگان کتاب‌های مفیدی که به من آموختند و فرصت‌های خوبی را برای کسب دانش و تجربه برای من ایجاد کردند. نمی‌توان نام تمام آنها را در اینجا آورد اما از همه آنها و بویژه از مادرم و برادرم آرمین تشکر می‌کنم و برایشان آرزوی سلامتی و موفقیت دارم. تشکر می‌کنم از مجموعه انتشارات دیباگران و بویژه سرکار خانم زهره قزلباش بخاطر این موقعیت خوبی که به بنده ارائه دادند تا بخش مهمی از تجربیاتم و نتیجه چند سال تدریس را در اختیار علاقه‌مندان به طراحی FPGA قرار دهم. سرانجام و مهمتر از همه، تشکر می‌کنم از همسرم، بخاطر دلگرمی‌ها و باوری که به من دارد، کمک شایانی بود برای اتمام این کتاب.