

مهندسی مدلسازی در طراحی مدارهای سیگنال مختلط

یک راهنما برای ایجاد مدل‌های دقیق رفتاری

با استفاده از زبان VHDL-AMS

نویسنده:

Sorin A.Huss

ترجمه:

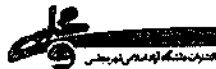
دکتر ستار میرزا کوچکی

(عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

مهندس مجید طغیانی ریزی

(مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان)

سر شناسه	هاس، سارین الکزاندر Huss, Sorin A (Sorin A. Izander)
عنوان و پدیدآور	مهندسی مدلسازی در طراحی مدارهای سیگنال مختلط: راهنمایی برای ایجاد مدلهای دقیق رفتاری با استفاده از زبان VHDL-AMS / نویسنده: سارین هاس؛ ترجمه: ستار میرزا کوچکی، مجید طغیان ریزی.
مشخصات نشر	: اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی شهر مجلسی، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۲ص: سمور، چپول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۲۳-۶۳۶-۷
یادداشت	عنوان اصلی: Model engineering in mixed-signal circuit design
موضوع	: مدارهای سیگنال مختلط — الگورهای ریاضی
موضوع	: مدارهای سیگنال مختلط — طراحی به کمک کامپیوتر
موضوع	: مدارهای مجتمع — طرح و ساختمان — داده پردازش
موضوع	: وی. ای. دی. ال (زبان توصیفی سختافزار)
شناسه افزوده	: طغیان ریزی، مجید، ۱۳۶۰ - مترجم
شناسه افزوده	: میرزا کوچکی، ستار، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. (شهر مجلسی)
رده بندی کنگره	TK ۷۸۷/۵۴۶۹ ۱۳۸۸
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۸۱۵
شماره کتابشناسی ملی	۱۸۲۹۸۲۵



مهندسی مدلسازی در طراحی مدارهای سیگنال مختلط

راهنمایی برای ایجاد مدلهای دقیق رفتاری با استفاده از زبان VHDL-AMS

تألیف: سارین ا. هاس

ترجمه: دکتر ستار میرزا کوچکی، مجید طغیان

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی شهر مجلسی ۵۴۵۲۲۱۶ (۰۳۳۵)

مدیر تولید و ناظر فنی: مسعود گلناری

طرح جلد: مجتمع طراحی کیوانفر

نوبت چاپ: یکم / پاییز ۱۳۸۸

قطع: وزیری / ۲۱۶ صفحه / مصور

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۲۳-۶۳۶-۷

قیمت: ۳۶۰۰۰ ریال

تمامی حقوق این اثر برای ناشر محفوظ و استخراج مطالب با ذکر نام اثر و نام پدیدآورندگان بلامانع است.

سپاسگزاریها

اول از همه مایلم از دکتر محمد اسماعیل، ویرایشگر مجموعه کتب، به جهت اشتیاق زیاد و حمایت مشوقانه ایشان در شکل گیری طرح اولیه این کتاب تشکر کنم. بدون کمک مستمر ایشان پروژه تالیف این کتاب فقط به عنوان پروژه نظری دیگری باقی میماند. همچنین از مارک دوجانگ^۱ از ناشران آکادمی کلاور^۲ به جهت همکاری خویشان تشکر می کنم. این کار بر اساس فعالیتهای تحقیقاتی در حوزه سیگنال مختلط و نیز مدل سازی و طراحی آنالوگ در موسسه اینجانب طی دهه گذشته انجام شده است. مایلم از دانشجویانم در مقطع دکتری به جهت نقش مهمشان در این عرصه تشکر کنم:

استفان کلاپچ^۳، رالف روزنبرگر^۴، ولفگنگ بوبانگ^۵، مایکل گودک^۶ و حاتم حامد^۷ که نتایج تحقیقاتشان علاوه بر کار پیاده سازی بسیاری از دانشجویان دوره کارشناسی و تحصیلات تکمیلی یعنی:

ندیم بتی^۸، الیور گلیر^۹، کارستن گرائر^{۱۰}، توبایس کوکاک^{۱۱}، فلیکس مادلنر^{۱۲}، کای موریچ^{۱۳}، مایکل استینی^{۱۴}، ولفرام استامپف^{۱۵}، لارس ویمیر^{۱۶}، فیلیپ هان^{۱۷}، استفان هرمنز^{۱۸}، استفان

1. Mark de Jongh

2. Kluwer

3. Steffen Klupsch

4. Ralf Rosenberger

5. Wolfgang BoBung

6. Michael Goedecke

7. Hatem Hamad

8. Nadeem Bhatti

9. Oliver Glier

10. Karsten Gruner

11. Tobias Kuckuck

12. Felix Madlener

13. Kai Morich

14. Michael Stini

15. Wolfram Stumpf

16. Lars Wehmeyer

17. Philipp Hahn

18. Stephan Hermanns

کلوس^۱ در این کتاب منعکس شده است و از اینکه تخصص هایشان را در تولید اسناد **L^AT_EX** ارائه کردند و نیز از کمک ارزشمندشان در مرحله نهایی پروژه ی این کتاب صمیمانه سپاسگزاری میشود. همه بخشهای این طرح نرم افزاری خیلی بزرگ در موسسه اینجانب قابل دسترسی هستند که بوسیله تلاشهای ایواگلیس^۲، مجری طرح، در کنار هم گرد آمده اند. از الیزابت هودسن^۳ قدردانی ویژه می کنم، ایشان پردازش متن و رسم شکلها را که همیشه کار آسانی نیست، به بهترین وجه تکمیل کردند. به علاوه ایشان گاهی مواقع عبارات انگلیسی نسبتاً پایه ای مرا به جملات خوانا تبدیل می کردند. با این حال مسئولیت اشتباهات تایپی، غلطها و خطاهای باقیمانده کاملاً بر عهده من است. علائم تجاری اشاره شده در این کتاب طبق بهترین اطلاعاتم به صاحبانشان ارجاع داده شده اند. در آخر به خاطر هر نوع بی دقتی در این موضوع عذر خواهی می کنم.

سَرین آ. هوس^۴ دارمستاد، آگوست ۲۰۰۱

1. Stephan Klaus

2. EvaGlase

3. Elisabeth Hudson

4. Sorin A. Huss

پیشگفتار مترجمان

کتابی که در پیش رو دارید، به بحث راجع به مدلسازی مدارهای سیگنال مختلط (آنالوگ و دیجیتال) با استفاده از زبان VHDL-AMS می پردازد. این زبان نسخه بسط یافته زبان توصیف سخت افزار سطح بالا (VHDL) است که برای مدلسازی سیستمهای چند بعدی نظیر سیستمهای مکانیکی، الکتریکی، الکترومکانیکی، الکترومغناطیسی و..... به کار می رود. از این رو دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته های مهندسی برق، کامپیوتر و سایر رشته های مرتبط می توانند از آن برای مدلسازی سیستمهای مورد نظرشان بهره برداری کنند. جدید بودن مطالب کتاب وعدم وجود مرجع کاملی راجع به بحث مدلسازی با این زبان، مترجمان را برآن داشت تا به ترجمه این اثر بپردازند. با توجه به وجود اصطلاحات و جملات فنی پیچیده در متن اصلی کتاب، برگردان روان به فارسی کاری دشوار بود ولی تا حد ممکن سعی شد تا ضمن حفظ امانت، شیوایی و روانی متن نیز لحاظ شود. با این وجود این اثر خالی از اشکال نیست. لذا از اساتید و دانشجویان محترم خواهشمندیم تا منت نهاده و هرگونه ایراد و اشکال و یا نظرات اصلاحی خود را به آدرس الکترونیکی مترجمان با عنوان [VHDL-AMS] ارسال نمایند. در پایان از تمامی افراد و دست اندرکاران در تهیه، چاپ و نشر این اثر بویژه انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی تشکر و قدردانی می نمایم.

M_kuchaki@iust.ac.ir

Majid_toghiani2002@yahoo.com

پیشگفتار

مهندسی مدل در محدوده روند طراحی مدارهای مجتمع و سیستمهای پردازش سیگنال یک فعالیت مهم است. این فعالیت در مهندسی کامپیوتر اگر چه که در عمل یک نقش اصلی را ایفا می کند ولی اصلاً جدید نیست. مهندسی مدل سیستمهای دیجیتال بر مبنای مفاهیم توافقی از سلسله مراتب انتزاعی در نمایش اهداف طراحی و نیز قدرت موثر زبانهای توصیف سخت افزار (HDL) بنا نهاده شده است. از زمان معرفی تدریجی آنها و به مرور زمان، زبانهای HDL به عنوان سنگ بنای روشهای طراحی و روندهای طراحی مطرح بوده اند. ابزار اتوماسیون طراحی برای شبیه سازی، سنتز، تولید تست و آخرین ولی نه کم اهمیت ترین، اهداف اثبات رسمی¹ به شدت متکی به HDL دیجیتال استاندارد شده از قبیل Verilog و VHDL است. در مقابل در سیستمهای کاملاً دیجیتال، نیاز روز افزون به طراحی و پیاده سازی سیستمهای مجتمعی وجود دارد که بیشتر و بیشتر از بلوکهای کاری سیگنال مختلط از قبیل مبدلهای A/D و D/A یا حلقه های قفل شده در فاز (PLL) بهره برداری می کنند. برای مثال وقتی با نیازمندیهای مصرف توان یا محدودیتهای پیچیدگی مدار مواجه می شویم، استفاده مجدد از بلوکهای صرفاً آنالوگ در طراحی سیستمهای مجتمع، بخاطر کارایی منحصر به فردشان، مورد استقبال قرار می گیرد. مثالهایی از این کارهای پردازشی سیگنال آنالوگ، شامل فیلتر کردن یا مناسب سازی سیگنال سنسور است. در کل، پردازش سیگنال مختلط و آنالوگ در هنگام برقراری واسطه میان جهان واقعی (یعنی، سیگنال آنالوگ) و کامپیوتر (یعنی، پردازش داده های دیجیتالی) لازم الاجرا است. معتبر سازی های سیستمهای مجتمع، فعالیتی است که در طول روند کامل طراحی اجرا میشود و به یک کد HDL واحد برای نمایش مدل، به منظور کار کردن با هر دو بخش مدل سیستم و بویژه تعامل میان آنها بصورت موثری نیاز دارد. بنابراین توصیفات انتزاعی سیستمها و اجزاء سیگنال مختلط

وآنالوگ یک گرایش جدید در مهندسی مدل است. به علاوه، مدل سازی اینچنین موضوعات طراحی به آن اندازه ای که از اصطلاح "مدل سازی رفتاری" به نظر می رسد جدید نیست. (کلمه ای که این روزها سر و صدای زیادی کرده است). توصیفات ساختاری از اجزای پایه ای مانند ترانزیستورها و تا حد زیادی نمایشهای انتزاعی از مدارهای آنالوگ مشخص شده به عنوان مدل های ماکرو در عمل برای دهه هایی بوسیله ی طراحان مدار آنالوگ جهت اهداف تحلیلی مشابه شبیه سازهای اسپایس مورد استفاده قرار گرفته است. رفتار ذاتی این قبیل مدل ها برای اکثر مهندسين طراح واضح است بدلیل اینکه به خوبی با کتابخانه اجزای از پیش تعریف شده پوشش داده شده است. دسترسی به HDL برای حوزه های کاربردی سیگنال آنالوگ و مخصوصاً برای سیگنال مختلط به طرز قابل ملاحظه ای این وضعیت را تغییر داده است. در حال حاضر یک مدل کننده قادر است تا رفتار قسمتهایی از سیستم مجتمع را به طور واضح، بدون محدود بودن به مدل های ابتدائی سطح پایین از قبیل نمونه های ترانزیستوری یا منابع کنترل شده ولتاژ بیان کند. به هر حال سوالات جدیدی بوجود می آید که کاملاً شبیه به سوالاتی هستند که در روزهای اولیه مدل کردن در حوزه دیجیتال وجود داشتند. این سوالات سطوح سلسله مراتبی انتزاعی، مفاهیم مدل کردن و روشهای مرتبط، کالیراسیون و نمایش مدل را مورد خطاب قرار می دهند (یعنی، گستره کامل مهندسی مدل در سیستم های سیگنال مختلط). بنابراین هدف این کتاب، ترکیب مباحث اصلی توصیف سخت افزار، روشهای مشخصه یابی در استخراج پارامترهای مدل و روش شناسی مدل کردن برای مدل های سطح بالای دقیق از اجزای سیگنال مختلط و بلوکهای کاربردی است. کار ارائه شده در اینجا، برای اولین بار، بر روی دید مهندسی در بررسی و تولید مدل تاکید می کند. بنابراین یک راهنمای منحصر بفرد هم برای شاغلین وهم برای دانشجویان مهندسی برق و کامپیوتر در سطح کارشناسی ارشد یا دکترا فراهم می آورد. فصل یک، روند مدل کردن در محدوده طراحی سیستم های مجتمع، طبقه بندی ژنریک مدل و نیز مفاهیم اساسی مدل کردن و زیانهای نمایش را معرفی می کند. فصل دوم به توصیف خصوصیات رفتاری اجزای دیجیتال و آنالوگ اختصاص دارد. سلسله مراتب انتزاعی برای این اجزاء با توجه به کاربردهای سیگنال مختلط ارائه شده و مورد بحث قرار گرفته اند.

فصل سوم برای ارائه یک معرفی مختصر از مفاهیم پایه ای و گسترش پذیری HDL تحت پوشش استاندارد ۱۰۷۶.۱ IEEE جدید در نظر گرفته شده است. این استاندارد جدید به عنوان VHDL-AMS نیز شناخته شده است. فصل چهارم استخراج ویژگی مدار را آدرس دهی می کند (یعنی مشخصه یابی بلوکهای سازنده آنالوگ). یک روش مدل سازی جدید برای مدارهای سیگنال مختلط در فصل پنجم پیشنهاد شده است. نهایتاً فصل ششم نتایج به کارگیری روشهای مهندسی مدل را برای نمونه هایی از مدارات با پیچیدگی های مختلف و حوزه های عملیاتی متنوع را عرضه می کند. نتیجه گیریهای متعددی در انتهای فصل ششم خلاصه شده است.

فهرست

عنوان	صفحه
سپاسگزاریها	۳
پیشگفتار مترجمان	۵
پیشگفتار	۶
فهرست شکلها	۱۲
فهرست جداول	۱۸
۱. معرفی	۱۹
۱.۱ روند مدل سازی در طراحی سیگنال مختلط	۲۰
۱.۲ کلاسهای مدل	۲۴
۱.۳ زبانهای مدلسازی	۳۱
۲. مشخصات رفتاری	۳۹
۲.۱ اجزای آنالوگ	۳۹
۲.۲ ماژولهای دیجیتال	۴۶
۲.۳ سیستمهای سیگنال مختلط	۴۸
۳. نمایش مدل	۵۷
۳.۱ مبانی VHDL	۵۸
۱.۳.۱ رفتار	۵۹
۲.۳.۱ جریان داده	۶۰
۳.۳.۱ ساختار	۶۲
۴.۳.۱ رابطه میان مدل ها	۶۳
۳.۲ معرفی VHDL-AMS	۶۳

۱.۳.۲	اشیاء طراحی	۶۳
۲.۳.۲	تعمیم های VHDL	۶۴
۱.۲.۳.۲	کمیت ها و ترمینال ها	۶۵
۲.۲.۳.۲	قوانین پایستاری	۶۷
۳.۲.۳.۲	نمایش رفتار	۷۱
۴.۲.۳.۲	روند مدل سازی با استفاده از VHDL-AMS	۷۵
۵.۲.۳.۲	سیستم های چند بعدی	۷۷
۳.۳	مثالی از مدلسازی چند بعدی ، سیگنال مختلط	۸۰
۱.۳.۳	قسمت بندی کردن سیستم	۸۱
۲.۳.۳	مدل های واحدهای عملیاتی VDC	۸۲
۱.۲.۳.۳	برنامه تست	۸۲
۲.۲.۳.۳	مدل محیطی	۸۴
۳.۲.۳.۳	سنسور درجه حرارت	۸۵
۴.۲.۳.۳	مبدل آنالوگ / دیجیتال	۸۵
۵.۲.۳.۳	بلوک دیجیتال	۸۷
۳.۳.۳	نتایج شبیه سازی	۹۱
۴	مشخصه یابی ویژگی های مدار	۹۷
۴.۱	نقش و اصول استخراج ویژگی مدار	۹۷
۴.۲	شرایط مشخصه یابی مبتنی بر شبیه سازی	۱۰۳
۴.۳	طرح مشخصه یابی مبتنی بر مشاهدات بصری	۱۰۹
۴.۴	ساختار سیستم ViCE	۱۱۴
۵	روش مدل سازی پیشرفته	۱۲۱
۵.۱	انگیزه	۱۲۱

۵.۲	دسته بندی روش های مدل سازی.....	۱۲۳
۵.۳	مدل DEV&DESS.....	۱۲۸
۵.۴	روش شناسی پایه و ساختار مدل.....	۱۳۰
۵.۵	کالیبراسیون مدل.....	۱۴۴
۵.۶	مطالعه ی موردی :یک سیستم دینامیک خطی.....	۱۵۳
	مثالهای کاربردی.....	۱۶۳
۶.۱	چشم انداز.....	۱۶۳
۶.۲	مدار فیلتر فعال در تکنولوژی ترانزیستورهای دو قطبی.....	۱۶۴
۶.۳	مبدل A/D در تکنولوژی CMOS.....	۱۷۵
۶.۴	نتیجه گیری.....	۱۸۹
	واژه نامه.....	۱۹۹
	مراجع.....	۲۱۱

فهرست شکلها

- ۱.۱. "جعبه سیاه" مدل یک فرایند طراحی
- ۱.۲. روند طراحی برای طراحی سیستمها
- ۱.۳. تولید و معتبر سازی مدل
- ۱.۴. شکل موج سیگنال زمان و مقدار پیوسته
- ۱.۵. شکل موج سیگنال پیشامد گسته
- ۱.۶. شکل موج سیگنال زمان گسته
- ۱.۷. مدل علی
- ۱.۸. مدل غیر علی
- ۱.۹. شبکه خطی
- ۱.۱۰. بلوک دیاگرام شبکه خطی
- ۱.۱۱. مدل‌های خازن الکترونیکی ایده آل
- ۱.۱۲. مدل‌های گیت AND
- ۲.۱. مدل سطح ماکرو از یک تقویت کننده عملیاتی
- ۲.۲. شماتیک مدار CMOS غیر خطی
- ۲.۳. نتایج شبیه سازی گذرا
- ۲.۴. مشخصات رفتاری یک قطعه
- ۲.۵. ارتباط داخلی در یک سیستم سیگنال - مختلط
- ۲.۶. مقیاس های زمانی در سیستمهای سیگنال - مختلط
- ۲.۷. مدل‌های تبدیل D/A
- ۲.۸. سلسله مراتب انتزاعی برای سیستمهای سیگنال - مختلط
- ۲.۹. رابطه داخلی مدل و شبیه ساز
- ۳.۱. اعلام ماهیت LFSR