

شبیه‌سازی با Silvaco TCAD

- راهنمای قدم به قدم شبیه‌سازی افزاره‌های الکترونیکی
- با تکیه بر حل مسائل کاربردی
- قابل استفاده دانشجویان و اساتید مهندسی برق

محمد باقری

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان واحد لاهیجان

دانشگاه آزاد اسلامی

لاهیجان، ایران

سرشناسه	: باقری، محمد، ۱۳۷۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: شبیه سازی با Silvano TCAD : راهنمای قدم به قدم... / مؤلف محمد باقری.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۲۹۵ ص.
شابک	: 978-600-434-123-3
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: Mohammad Bagheri. ... به انگلیسی: Simulation with Silvano TCAD
یادداشت	: واژه نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۸۵.
موضوع	: نرم افزار سیلواکو
موضوع	: Silvano TCAD (Computer software)
موضوع	: نیمه هادی ها -- شبیه سازی -- نرم افزار
موضوع	: Semiconductors -- Simulation methods -- Software
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ TK۷۸۷۱/ب۲ش ۲
رده بندی ده	: ۳۸۱۵۲-۷۶/۶۲۱
شماره کتابخانه ملی	: ۴۷۲۲۲۷۶



شناختنامه کتاب

نام کتاب: Silvano TCAD به سازی با

مؤلف: محمد باقری

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران

مدیریت انتشارات: روح الله گلستانی

مسئول نشر: میرزا شوشیان

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۶

چاپ و صحافی: هنارس

قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۴-۰۵۲-۶

مرکز پخش:

نشانی: تهران، میدان بهارستان، خیابان ایران، خیابان فیاض بخش، کوچه رفاه، پلاک ۲

تلفن: ۰۹۱۲۱۳۸۳۷۱۸-۵۵۹۰۰۵۴۰-۳۸۳۱۵۲۵-۳۳۵۶۷۱

فروشگاه اینترنتی کتاب پایابوک: www.payabook.com

آیدی کانال تلگرام: <https://t.me/Payabook1>

فهرست مطالب

۱۳	فصل ۱-مقدمه ای بر نرم افزار شبیه سازی.....
۱۴	۱-۱-مقدمه
۲۰	۱-۲-اجرای شبیه ساز اتلس.....
۲۰	ورودی ها و خروجی های اتلس.....
۲۴	مثال های نرم افزار.....
۲۵	۱-۳-مدلهای فیرک.....
۲۶	مدل قابلیت تحرک پذیری.....
۲۷	مدل تولید بازترکیب حامل.....
۲۸	مدل یونیزاسیون برخورد.....
۲۹	۱-۴-شرایط مرزی.....
۲۹	اتصالهای اهمی.....
۲۹	کنتاکت های شاتکی.....
۳۰	شرایط مرزی جریان.....
۳۰	مقاومت، خازن و سلف خارجی.....
۳۰	کنتاکت های شناور.....
۳۱	۱-۵-روش های عددی.....
۳۲	۱-۶-دست آوردن راه حل.....
۳۳	۱-۷-دستورات و عبارات اتلس.....
۳۴	۱-۸-اجرای اتلس در DECKBUILD.....

- ۳۴..... تعیین ساختار
- ۴۴..... تعریف شرایط مرزی
- ۴۵..... تعریف مدل
- ۴۵..... انتخاب روش عددی
- ۴۷..... حل معادلات

۵۴..... ۱-۹-مثال های اتلس

۵۵..... ۱-۱۰-تحال PC

۶۵..... ۱-۱۱-تحلیل AC

۶۶..... ۱-۱۲-تحلیل زمانی

۶۹..... فصل ۲-لیزر های تابش کننده لایه ای

۶۹..... ۱-۲-مدل های فیزیکی

۷۱..... تعیین بهره ی نوری

۷۲..... معادلات نرخ فوتون

۷۳..... اثر اشباع بهره

۷۳..... ۲-۲-کنیک های حل

۷۴..... ۲-۳-تعیین شبیه سازی لیزر

۷۴..... ۲-۴-ارامترهای دستور $LASER$

۷۵..... ۲-۵-پارامترهای عددی

۷۶..... ۲-۶-شبیه سازی لیزر هدایت بهره

۷۷..... تعیین مش بندی

شبیه سازی لیزر هدایت ضریب شکست.....	۸۶
فصل ۳- لیزر های تابش کننده ی عمود بر سطح کاواک.....	۹۲
۳-۱- مدل های فیزیکی.....	۹۳
۳-۲- شبیه سازی آزمایش بازتاب پذیری.....	۹۵
۳-۳- معادله ی هلمهولتز.....	۹۷
۳-۴- بهره ی نوری.....	۱۰۰
۳-۵- تابش تحرینک شده.....	۱۰۰
۳-۶- معادلات نرخ فوتون.....	۱۰۰
۳-۷- شبیه سازی وکسل.....	۱۰۱
تعیین ساختار وکسل.....	۱۰۱
۳-۸- تعیین تقارن استوانه ای و مش بندی.....	۱۰۳
۳-۹- تعریف نواحی.....	۱۰۳
۳-۱۰- تعیین آینه های براگ.....	۱۰۶
۳-۱۱- تعیین روزنه های اکسید.....	۱۰۷
۳-۱۲- تعیین چاه های کوانتومی.....	۱۰۷
۳-۱۳- تعیین الکترودها.....	۱۰۸
۳-۱۴- تعیین مدل های فیزیکی و پارامترهای ماده ی وکسل.....	۱۰۸

۱۰۹ ۳-۱۵- تعیین پارامترهای وکسل

۱۱۱ ۳-۱۶- پارامترهای عددی

۱۳۴ فصل ۴- دیودهای تابش کننده ی نور

۱۳۴ ۴-۱- تعریف قطعات تابش کننده ی نور

۱۳۶ ۴-۲- تعریف مدل های فیزیکی

۱۳۶ تعیین طیفش و اثر پیزوالکتریک

۱۳۷ تعیین مدل ی تابش

۱۳۸ ۴-۳- استخراج داده ها

۱۴۰ ۴-۴- Reverse Ray-Tracing

۱۵۳ فصل ۵- شبیه سازی مد ترکیبی سطح مدار و افزارم

۱۵۴ ۵-۱- پیش زمینه

۱۵۵ ۵-۲- مزایای شبیه سازی مد ترکیبی

۱۵۶ ۵-۳- استفاده از مد ترکیبی

۱۵۶ ۵-۴- قواعد کلی زبان مد ترکیبی

۱۵۷ ۵-۵- تعیین مدار و نوع شبیه سازی

۱۵۷ ۵-۶- دستورات نتلیست

۱۶۰ ۵-۷- دستورات کنترلی

۱۶۰	۵-۸-دستورات خاص
۱۶۱	۵-۹-زبان شبیه سازی قطعه
۱۶۱	۵-۱۰-مدارهای با چند قطعه
۱۶۳	۵-۱۱-استخراج نتایج
۱۶۳	۵-۱۲-فایل دستوری نمونه
۱۷۱	فصل ۶-دستورات اتلس
۱۷۱	دستور BEAM
۱۸۰	COMMENT
۱۸۰	CONTACT
۱۸۲	پارامترهای تابع کار
۱۸۳	شرایط مرزی
۱۸۳	عناصر پرازیستی اتصالات
۱۸۴	DBR
۱۸۷	DOPING
۱۹۳	ELECTRODE
۱۹۵	Laser
۱۹۹	Mash

فصل ۷- شبیه سازی فرآیندهای ساخت افزاره های الکترونیکی ۲۰۱

فصل ۸- شبیه سازی چند مثال کاربردی ۲۴۱

ضمیمه أ- نحوه نصب SILVACO TCAD ۲۶۷

ضمیمه ب- ثابت ها و دستورهای مربوط به عناصر ۲۷۳

مراجع ۲۸۵

پیش گفتار

یکی از بخش‌های مهم رشته مهندسی برق طراحی و ساخت افزارهای الکترونیکی مورد استفاده می‌باشد که بخش اعظم آن پس از انجام طراحی، شبیه‌سازی افزار با استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری پیش از آغاز فرآیند ساخت مطمئن شدن از محاسبات عددی و نظری و به نحوی آزمایش و خطا با کمترین هزینه می‌باشد.

از این رو در دروسی همچون تئوری و تکنولوژی ساخت افزارهای نیمه هادی، افزارهای نیمه هادی، شبیه‌سازی افزارهای نیم رسانا و الکترونیک، به تدریس نحوه شبیه‌سازی و نرم‌افزارهای موجود برای این کار پرداخته می‌شود.

از طرفی وجود نرم‌افزارهای محاسباتی و شبیه‌سازی مختلف و کافی نبودن آموزش‌ها در به کارگیری آن‌ها جهت تأیید عملی، شاید موجب سردرگمی دانشجویان و در کل پژوهشگران تازه کار شود.

Silvaco TCAD یک نرم‌افزار بسیار قدرتمند و دقیق برای شبیه‌سازی افزارهای نیمه‌هادی و تحلیل و بررسی آن‌ها می‌باشد که سهم غنیمت مقالات علمی منتشر شده منتج از محاسبات این نرم افزار خود مهر تأییدی بر درستی این ادعا می‌باشد که خوشبختانه در دانشگاه‌های کشور ما نیز به عنوان نرم‌افزاری معتبر مورد استفاده دانشجویان و اساتید می‌باشد. شرکت کانادایی سازنده این نرم افزار پس از تولید آن به یکی از پیشروان صنعت شبیه‌سازی مدار و افزارهای الکترونیکی مبدل شد. از این رو بر آن شدیم تا راهنمایی

جامع برای این نرم افزار، همراه با نیم‌نگاهی به سرفصل‌های وزارت علوم در درس مهندسی برق تهیه کنیم که رویکرد اصلی آن، توجه به مثال‌های کاربردی و عملی باشد که پاسخگوی نیازهای دانشجویان و اساتید در این درس و به طور کلی پژوهش در زمینه افزارها باشد. این کتاب در ابتدا به معرفی نرم افزار و دستورات آن و به تدریج به آموزش اصول شبیه‌سازی می پردازد. در فصول آخر مثال‌های کاربردی و نحوه برنامه‌نویسی آن‌ها و همچنین تمرین‌هایی به جهت کسب تجربه عملی خواننده بیان می‌گردد، تا همه‌ی آنچه برای فراگیری این نرم افزار لازم است در یک مجلد فراهم گردد. جا دارد تا در اینجا از زحمات و راهنمایی‌های استاد گرانقدر جناب آقای دکتر رحیم فائز و همچنین همکار گرامی جناب آقای مهندس صالح پیله‌ور جاوید به جهت تهیه سیستم محاسباتی مورد نیاز و عیب‌یابی برنامه نویسی‌ها کمال تشکر و قدردانی را نمایم و عزت و سربلندی آنان و همه‌ی عزیزانی که در نگارش این کتاب سهیم بودند را از خداوند منان خواستارم. در پایان لازم می‌بینم که با ذکر این نکته به هیچ‌کدام از ساخته‌های بشر کامل نمی‌باشد، این اثر نیز خالی اشکال نخواهد بود. از این رو از خوانندگان عزیز خواستاریم تا اشتباهات احتمالی در نگارش را بر ما ببخشایند و در صورت امکان از طریق ایمیل mbagheri92@gmail.com به این جانب اطلاع دهند.

محمد باقری

اردیبهشت ۱۳۹۶