



Weltweit simulieren

Der traditionelle Designprozess entspricht zunehmend nicht mehr den Anforderungen, die bezüglich Qualität und Markteinführungszeiten an Entwickler analoger Komponenten gestellt werden. Aus diesem Grund werden verstärkt Komplettlösungen angeboten, die internetbasierte Simulationstools beinhalten. Das ist natürlich kein Allheilmittel, denn die eigentliche Simulation wird weiterhin durch den Entwickler durchgeführt, der über entsprechendes Know-how verfügen muss. Der grosse Vorteil liegt hier in der relativ preisgünstigen Verfügbarkeit von Simulationstools und dem Zugriff auf vorgefertigte Modelle verschiedener Bauelemente bzw. Subsysteme. Der nachfolgende Artikel ist als Übersicht zu wichtigen, im Internet verfügbaren analogen/mixed-signal Simulationstools gedacht. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

410 89 Der Designprozess analoger Schaltungen ist häufig mit ermüdender Handarbeit verbunden. Besonders die Integration analoger Komponenten in digitale Designs erfordert meist immer noch viel monotone Tätigkeit. Zwar existiert eine Vielfalt an Design- und Simulationstools doch wird das reine Analogdesign von den grossen Namen der EDA-Branche mitunter etwas stiefmütterlich behandelt. Müssen Werkzeuge zur Analogsimulation also immer bessere Abfallprodukte des digitalen Schaltungsentwurfs sein? Bereits ein oberflächlicher Blick in das World Wide Web beantwortet diese Frage, wie erwartet, negativ. Eine uneingeschränkte Suche nach Analogsimulatoren liefert eine unüberschaubare Fülle an Webseiten, die sich mit dem Thema befassen. Selbst die zeitliche Einschränkung auf das letzte halbe Jahr lässt noch genügend Indices übrig, von denen der überwiegende Teil zumindest auf den ersten Blick interessant aussieht. Dabei zeigt

sich, dass neben den Spezialisten auch einige »Grosse« analoge Perlen in ihrem Angebot haben. Sämtliche der hier angesprochenen Produkte stehen zumindest als funktionsfähige Testversionen zum kostenlosen Herunterladen bereit. Viele der angebotenen Analogsimulatoren basieren auf SPICE-Modellen, quasi der Brot-

und-Butter-Standard. Der wesentliche Vorteil besteht natürlich in den riesigen verfügbaren Modellbibliotheken. Eine Schwierigkeit, die bei den SPICE-ähnlichen Simulatoren häufig auftritt, liegt in der Methodik. Der Designer beginnt gerne mit unzumutbaren Fehlertoleranzen und Schrittweiten und verändert diese Parameter dann im Laufe des Entwurfsprozesses. Speziell bei grossen Designs resultiert aus dieser Vorgehensweise oft ein enormer Anstieg in der für die Simulation nötigen Zeit.

T-Spice Pro

Auf die Analyse großer Designs spezialisiert sich Tanner EDA mit dem Analogsimulator T-Spice Pro. Die proprietäre Eingabesprache benutzt recht eingängige Kommandos. Das BSIM3v3 MOSFET Modell berücksichtigt in der aktuellen Version unter anderem die Temperaturabhängigkeit und Stoßionisationseffekte. Die Auswirkungen statistischer Fluktuationen im Schaltkreis können mit der neuerdings implementierten Monte-Carlo-Analyse einbezogen werden. Unter www.tanner.com/eda lässt sich eine funktionsfähige Demoversion beziehen, die nach Registrierung und Bezahlung des vollen Preises von DM 12 800,- beim deutschen Distributor Amtec (www.amtec-chemnitz.de) in

eine Vollversion umgewandelt werden kann.

SpiceAge

Das interaktive Analyse- und Simulationstool SpiceAge von Tatum Labs kann mit allerlei Frequenzen, Grosssignalanwendungen, nichtlinearen Gleichstromelementen und Fourierelementen umgehen. Die Komponenten werden nach der Monte Carlo Methode sowie Worst-Case Szenarien variiert und die Auswirkungen festgehalten. Für Wechselstromapplikationen können zusätzlich zu den üblichen Spannungs-, Strom- und Energiegrössen Gain, Phase, Noise, Reflexionskoeffizienten und Impedanz berücksichtigt werden. Die Simulation von Grossschaltungen bezieht eine beliebige Zahl von Spannungs- und Stromsignalen mit ein. Bei Gleichstromapplikationen wird der Einfluss der Temperatur, der möglichen Fluktuationen sowie von Effekten, die aus Komponentenwechseln entstehen, in Betracht gezogen. Testversionen von SpiceAge sowie die Spezialbibliotheken sind unter www.tatumlabs.com abrufbar.

B2 Spice

Ebenfalls auf Spice baut B2 Spice von Beige Bag auf. Das Programm enthält allerdings viele neu hinzugekommene Geräte wie etwa verlustfreie und verlustbehaftete Leitungen, Strom- und Spannungskontrollierte Schalter, MESFETs und einheitliche RC-Modelle. Die B2 Spice Bibliotheken enthalten ausserdem MOSFETs, GaAs MESFETs, Widerstände sowie Kondensatoren und Induktivitäten. Der diskrete Bereich wird mit Zenerdioden, Schottkydioden, Power MOSFETs, Spannungsreglern, Operationsverstärkern, Optokopplern, Komparatoren und Spannungsreferenzen abgedeckt. www.beigebag.com

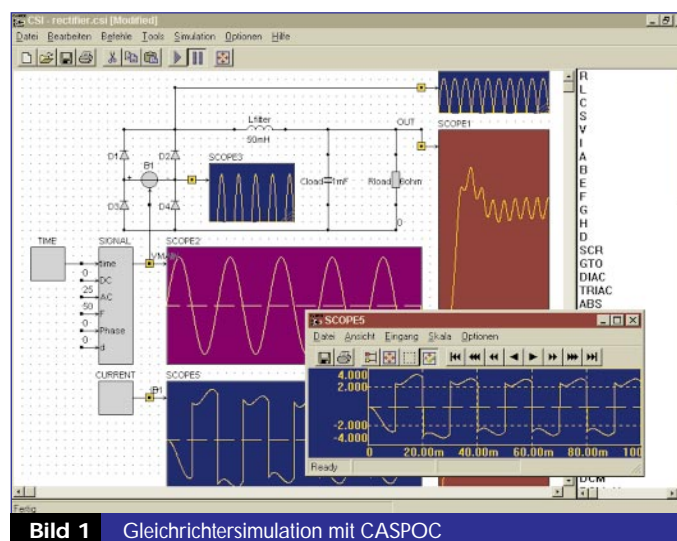


Bild 1 Gleichrichtersimulation mit CASPOC



Star Hspice

Analoge Schaltungen müssen nach vielen Kriterien getestet werden, damit die optimale Leistung erreicht werden kann. Dazu gehören Gain, Frequenzantwortverhalten und Rauschverhalten. Um alle geforderten Spezifikationen erfüllen zu können, muss das Simulationstool über viele Features verfügen. Die Simulation wird nicht vereinfacht durch die Tatsache, dass analoge ICs in mehreren Prozesstechnologien gefertigt werden. Hinzu kommt, dass auf der Systemebene häufig noch Hochgeschwindigkeits-ICs integriert werden, was bei der Signalintegrität bei der Simulation zu Schwierigkeiten führen kann. Bei hochintegrierten Applikationen spielt das Phänomen des Übersprechens eine grosse Rolle, die ein gutes Simulationstool berücksichtigen sollte. Star Hspice von Avanti stellt einen Versuch dar, alle diese Anforderungen zu erfüllen. www.avanticorp.com

Spice-it!

Von CADmigos kommt eine Entwicklungssoftware, die von der grafischen Eingabe bis zur Systemüberprüfung alles abdecken will. Der Simulator ist vollständig kompatibel zum interaktiven Spice 3F5-Standard, dieser wurde allerdings um einige Modelle diskreter Komponenten erweitert. Das Basissystem und das Code-Model Subsystem erlauben neben der Benutzung der standardisierten SPICE-Modelle

auch die Inanspruchnahme vordefinierter analoger Funktionen, die viele Anwendungsbereiche abdecken. Der Simulator ist recht frei konfigurierbar, besonders für die mixed-mode Simulation lassen sich viele Parameter variieren. Die Rausch- und Verzerrungsanalyse kann als besonderes Feature gelten. Dazu gehören natürlich auch die AC/DC-, Transienten-, Polstellen-, DC Bias- und die thermische Analyse. Dabei kommen Monte Carlo, Worst-Case und parametrische Methoden zum Einsatz. www.cadmigos.com

ICAP/4

Als Analog- und Mixed-Signal-Simulator der vierten Generation bezeichnet Intusoft sein Produkt ICAP/4. Das Paket besteht aus den Basiskomponenten

- IsSpice4, einer Simulationsengine, die zum SPICE 3F5-Standard aus Berkeley kompatibel ist,
- XSPICE, dem ereignisgesteuerten Simulator,
- SpiceNet, einem benutzerfreundlichen Schaltkreiseingabeprogramm, das multiple Schaltungskonfigurationen verwalten kann und den Simulator kontrolliert.
- IntuScope, einem programmierbaren Wellenformmonitor und
- Modellbibliotheken, hier sind etwa 14000 Modelle verfügbar.

Die herunterladbare Version ist nur zeitlich begrenzt nutzbar, es existieren allerdings Versionen

für verschiedene Ansprüche und Preisvorstellungen. Von der Studentenausführung über die preiswerte Billigversion bis hin zum High-End-Simulatorpaket können alle Ausführungen mit den optionalen Add-ons individuell zugeschnitten werden. Zu diesen gehören neben vielen anderen

- Das CMSDK-Code Model Software Development Kit. SPICE Modelle werden über ein C/C++-Interface mit AHDL-Prozeduren zugefügt.
- SpiceMod: Erzeugt Modelle für diskrete Halbleiter wie Dioden und IGBTs.
- RF-Bibliothek: Modellbibliothek für das HF-Design (BJTs, MMICs, Beads, GaAs Mesfets, etc.).
- Power Library: Modelle aus dem Power- und dem nicht-linearen magnetischen Bereich.
- Mechatronik-Bibliothek: Modelle für mechanische Systeme.

Auf Intusofts Webseite (www.intusoft.com) finden sich viele Teilebibliotheken zum freien Herunterladen, welche mit den meisten SPICE-Simulatoren verwendet werden können. Die Besonderheit: Es wird die »Model Library of the Month« gekürt – eine Art Misswahl der Modellbibliotheken.

SPICE-IOS

Nicht alle Hersteller von Analogsimulatoren halten SPICE für das non plus ultra. Einige besonders interessante Lösungen beruhen auf proprietären Model-

len. Einige Hersteller haben komplette eigene Systeme mit eigenen Modellbibliotheken entwickelt, andere konzentrieren sich auf Speziallösungen.

Eldo

Mit dem Eldo Analog-IC- und System-Simulator von Mentor Graphics sind Designs mit bis zu 300 000 Transistoren möglich. Die Software passt sich in die grossen Entwicklungsumgebungen von Mentor und Cadence ein und arbeitet mit HDL-A. Integriert sind verschiedene MOS Modelle wie die aktuellen BSIM3v3 und MOS9, auch an proprietären Modellen verschiedener Siliciumhersteller besteht kein Mangel. Ausser dem eigentlichen Simulator verfügt das Programm über Tools für die Modellcharakterisierung, Schaltkreisoptimierung und Analyse. Um eine sinnvolle Kombination aus Geschwindigkeit und Genauigkeit zu erreichen, können verschiedene Simulationsalgorithmen genutzt werden. Dabei wird eine Synthese aus Newton-Raphson- (NR) und One-Step Relaxation- (OSR) Techniken genutzt. Ein spezieller Partitionierungsalgorithmus gruppiert den Schaltkreis in einzelne, stark gekoppelte Blöcke, welche mit NR-Iterationen behandelt werden, lose zusammenhängende Blöcke bleiben OSR überlassen. Um die Simulationszeit zu verringern, wird bei Eldo eine Integralgleichungsmethode angewandt. Diese wird zur Analyse der Schaltung eingesetzt und gewährleistet, dass höhere Stabilität schon zu Beginn des Entwurfs erreicht wird. Zur exakteren Definition des Stromflusses kommen Homotopiealgorithmen zum Einsatz. Optional ist eine Timinganalyse möglich, die einen Beschleunigungsalgorithmus mit einem Switch-Level Algorithmus kombiniert – dies hat besonders bei grossen Designs eine deutliche Geschwindigkeitssteigerung zur Folge. An Analysemodi sind Gleich- und Wechselstrommodelle,

URL	Beschreibung
http://www.cbl.ncsu.edu/pub/Benchmark_dirs	NCSU SPICE Benchmarks
http://arioch.gsfc.nasa.gov/wwwvl/ee.html	NASA Virtual Library-Electrical Engineering
http://ray.eeel.nist.gov/modval.html	NIST Modeling Validation Group
http://www.edtn.com	EDTN Home Page
http://www.elantec.com/PRODUCT/gateway.html	Elantec
http://www.st.com/	SGS-Thomson
http://www.infineon.com	Infineon Home Page
http://www.artwork.com	Artwork Conversion
http://members.aol.com/ridleyeng	Ridley Engineering
http://www.mosis.org	MOSIS IC Foundry
http://spicesim.com	SPICE Simulations

Tabelle Informationsquellen zu SPICE



transiente und Transient-Noise sowie Switched Capacitor Analyse dabei.

www.mentorgraphics.com

WebSim

Mit WebSim bietet Transim in Zusammenarbeit mit National Semiconductor ein internetba-

siertes Tool zur interaktiven Simulation von Stromversorgungsdesigns an. Damit lassen sich laut Anbieter komplexe interaktive Simulationen in Echtzeit auf der Basis von Modellen realisieren, deren Genauigkeit von National geprüft wurde. Es sind Design-Simulationen des Anlaufverhaltens sowie des Zeit-

und Frequenzverhaltens bei wechselnden Versorgungsspannungen und Lastzuständen möglich. Im Internet werden die zu simulierenden Bauteile selektiert, dann werden die Schaltung und die Prüfbedingungen eingegeben und anschliessend die Simulation durchgeführt. Der Designzyklus soll sich dadurch von Wochen

auf einige Stunden verkürzen. In der Bibliothek sind derzeit 184 Powerprodukte und validierte Modelle sowie über 1000 Bauelemente verfügbar. Die Testbedingungen und Parameter lassen sich durch den Anwender variieren. Ferner können wichtige Performance-Angaben wie das



Einschwing-, Frequenz- und Lastverhalten abgefragt werden. Die generierten Simulationsdaten lassen sich als Schaltpläne, Diagramme und Tabellen ausgeben und für Präsentationen oder als Referenzdesign nutzen. Die Simulationen dauern im Normalfall weniger als eine Minute und sind vollständig interaktiv. Die Kosten werden mit etwa US\$ 10,- pro Simulation angegeben. Die EDA-Umgebung ist über Nationals »Power Portal« unter der Internetadresse www.power.national.com verfügbar. Transim bietet darüber hinaus mit SIMPLIS ein Tool für die SMPS-Simulation (Switch-mode power supply) an, das ebenfalls über das Internet verfügbar ist. Beide Simulatoren sind unter der Adresse www.transim.com verfügbar.

SystemView

Von Elanix kommt das Simulationsstool SystemView, das speziell auf Kommunikations-, DSP- und HF/Analog-Anwendungen zugeschnitten ist. Jene Bereiche machen Designern traditionell das Leben schwer. Immerhin müssen beim Entwurf eines Kommunikationssystems viele verschiedene Kodier- und Modulationsverfahren in Betracht gezogen werden. Ist auf dieser Ebene die Entscheidung gefallen, steht noch das komplizierte Filterdesign auf dem Programm. Hier muss etwa die Wahl zwischen FIR und IIR getroffen werden, müssen Koeffizientenwerte, Bandbreiten und Zählraten ermittelt werden. Hier kann schnell ein nicht ganz optimaler Algorithmus gewählt werden, so könnte etwa ein Filter, der lediglich über 12 Bit Daten austauscht, einen überdimensionierten 16 Bit Datenpfad erhalten. Hier ist also ein Tool gefragt, welches schnell verschiedene Designansätze durchprobieren kann. Das Designtool SystemView erlaubt Entwicklern die Modellierung, Optimierung, das Testen und Debuggen ihrer Designs auf System Level. Speziell für Analoganwendungen ist eine

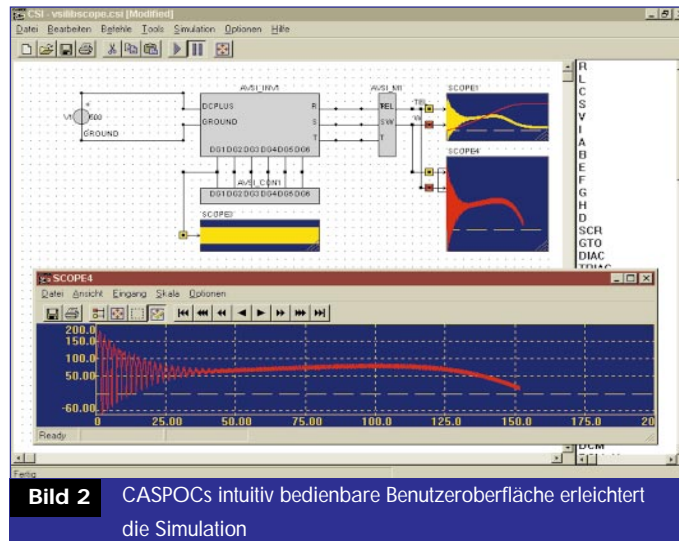


Bild 2 CASPOCs intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche erleichtert die Simulation

umfangreiche HF/Analog Modellbibliothek enthalten. Interessant ist die Möglichkeit, analoge und digitale Bibliotheken zu kombinieren und so mixed-mode Applikationen direkt zu bearbeiten. So könnte etwa eine FPGA-basierte DSP-Funktion, welche in einen A/D-Wandler mündet, komplett in einem Zug modelliert und simuliert werden. Zur Analyse steht neben den üblichen Ausgabeformaten der sogenannte »Sink Calculator« zur Verfügung, der viele mathematische Funktionen bereitstellt. Er verarbeitet die von den Simulationsläufen generierten Datenblöcke und bereitet die Ergebnisse auf vielerlei Wegen auf. Ein ähnliches Konzept liegt auch dem Debugger zugrunde. www.elanix.com

Serenade

Das HF- und Mikrowellendesign gehört zu den wichtigsten Bereichen auf dem hier behandelten Gebiet. Die Designumgebung Serenade von Ansoft bietet die nötigen Designtechnologien wie System-, Schaltungs-, und Simulation elektromagnetischer Komponenten, Synthese und physikalisches Design. Für die Simulation dreidimensionaler elektrischer Felder ist HFSS zuständig, dasselbe im Zweidimensionalen leistet Ensemble. Spicelink simuliert unter anderem die Signalintegrität. Das Symphony Desktop arbeitet mit

drahtlosen Applikationen und, besonders interessant, Harmonica simuliert Schaltungen linear und nichtlinear. Dieses Tool zur nichtlinearen Analyse und Simulation nutzt Krylov-Algorithmen zur Verringerung der Entwicklungszeit. Nichtlineare Methoden sind in vielerlen Anwendungen notwendige Voraussetzung, etwa für Verstärker, welche sowohl im linearen als auch nichtlinearen Bereich arbeiten. Die Modulationsanalyse ermöglicht die Simulation von Schaltungen, deren Beschreibung in GMSK, Pi /4DQPSK, PSK, QASK/QAM, und CDMA vorliegen. www.ansoft.com

AnaLOG

Ein etwas spartanisch anmutendes Tool, das ursprünglich auf UNIX-Plattformen entwickelt wurde, aber ständig weiterentwickelt wird, ist AnaLOG. Die Kombination aus grafischem Editor und kommandoorientierter Eingabe erlaubt allerdings umfangreiche Einstell- und Feintuningmöglichkeiten. AnaLOG, das am Caltech entwickelt wurde, verfügt über umfangreiche Bauteilbibliotheken. Bereits während der Eingabe versucht das Programm, die Simulation zu beginnen. Dies klappt allerdings erst, wenn ein Bauelement komplett verdrahtet ist, unter keinen Umständen darf ein Pin unbelegt bleiben. Die Bedieneroberfläche

ist sehr eingängig. Die kontinuierliche Simulation kann natürlich Probleme aufwerfen: Belegt man einen Pin während der laufenden Simulation neu oder ändert die Schaltung ab, so begibt sich das Programm unter Umständen in eine Endlosschleife, wenn die bisher simulierten elektrischen Daten mit der neuen Konfiguration inkompatibel sind. Die mannigfaltigen Möglichkeiten der Feineinstellung machen dieses Produkt sehr interessant. <http://mcs.une.edu.au/dept/material/packages/chipmunk/document/log>

CASPOC

Am ersten Februar soll die neue Version von CASPOC erscheinen. Das Simulationsprogramm von Simulation Research wurde speziell zur Simulation von Leistungselektronik und elektrischen Antrieben entwickelt. Die Schlüsselmerkmale von CASPOC sind:

- Leistungselektronik, elektrische Maschinen, Load und Steuerungen in einem Multi-level-Modell.
 - Schnelle Simulation von »Switched Mode Power Supplies« ohne Konvergenzprobleme.
 - Simulationsergebnisse werden sofort während der Simulation angezeigt.
 - Spezielle Schaltmodelle für Halbleiterschalter wie Dioden, SCR, MOSFET, IGBT und GTO.
- Die Bibliotheksstruktur erlaubt es, mehrere Modelle zu einem Block zusammenzufassen, bereits vorgefertigte und mitgelieferte Blöcke stellen etwa Maschinen und Regelungssysteme dar. Eine eingeschränkte Testversion kann kostenlos von der Webseite www.caspoc.com bezogen werden, Vollversionen sind ab DM 220,- erhältlich. Ein umfangreiches Rabattmodell senkt die Preise für verschiedene Berufsgruppen. (kr, mc)