

...auf Geschwindigkeit oder Leistungsaufnahme

Das Verhalten von analogen und auch digitalen Schaltungen wird auf der untersten Ebene sowohl beim Design als auch bei der Verifikation nach Platzierung und Verdrahtung auf dem Chip durch Spice-Text-Files beschrieben. Diese Files werden von vielen EDA-Werkzeugen generiert. Sie beschreiben das detaillierte analoge Verhalten, damit gilt dieselbe Beschreibung auch für Gatterfunktionen, denn diese sind ja als Transistoren aufgebaut. Mit fortschreitender Komplexität mehrlagiger Leiterplatten setzt sich dies weiter nach außen fort. Auch aus dem Bereich MEMS tauchen Spice-Listen auf: In diesem Fall ergeben sich sogar übergreifende Beschreibungen, die sowohl das elektrische wie auch das mechanische Verhalten beschreiben.

Die Fehlersuche und Optimierung von komplexen Schaltungen wird immer schwieriger und Zeit ein immer wichtigerer Faktor. Jedes Werkzeug, das im Designablauf zur Produktion Tage, Wochen oder eventuell sogar Monate sparen kann, hat sich eventuell schon mit dem ersten Design bezahlt gemacht. Während des Designs von SoCs entstehen an mehreren Stellen Spice-Text-Files, die zum Beispiel das »Innenleben« eines Gatters beschreiben (Bild 1 und Bild 2). Der Entwickler kann über die Transistorgeometrie und Kapazitäten zum Beispiel auf erreichbare Taktfrequenzen schließen, oder auf den Stromverbrauch. Leider sind Spice-Listen bei großen Schaltungen schwer zu interpretieren, da die Zusammenhänge aus dem Text heraus gefunden werden müssen. SpiceVision PRO ist ein interaktives Visualisierungs-Tool, das eingesetzt wird, um Spice-Beschreibungen und

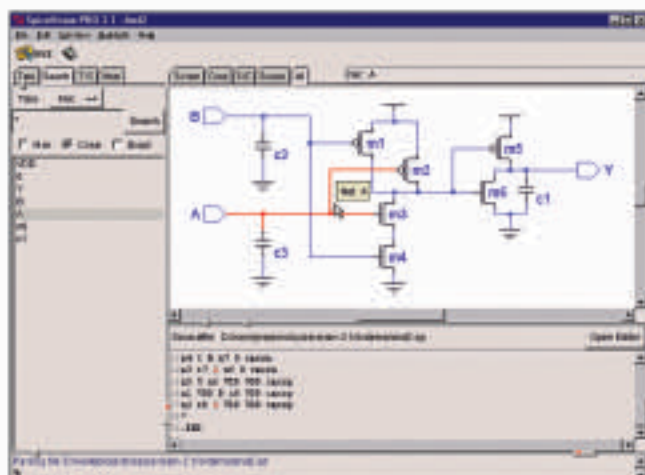


Bild 1. SVP mit beiden Ansichten – analog und Spice-Liste

Spice-Modelle zu analysieren, wenn die Fehlersuche oder Optimierung beschleunigt werden soll. Es generiert aus einer komplexen Spice-Liste heraus automatisch ein komplettes Schaltbild mit allen Verbindungen, aufgebaut aus den einzelnen Spice-Elementen wie R, L, C, oder Transistoren. Damit hat der Entwickler eine einfache Ansicht in bekannten Komponenten oder Teilansichten eines beliebigen Ausschnitts. Durch den Aufbau einer Schaltung aus der vorhandenen Spice-Liste bekommt der Entwickler sofort ein klares Bild der Schaltungsfunktion, die es zu verifizieren oder zu ändern gilt, auch als Diskussionsbasis mit anderen Kollegen des Designteams.

SpiceVision PRO kann im Entwicklungsablauf zum Beispiel als reines Visualisierungswerkzeug eingesetzt werden. Es bietet Unterstützung für die meisten Spice-Dialekte wie zum Beispiel Spice2, Spice3, HSpice, PSpice und CDL (Bild 3). Die Software ist so aufgebaut,

dass sie in existierende Design-Flows beziehungsweise Charakterisierungs-Flows eingebaut werden kann. Als unabhängiges Werkzeug nimmt es die Spice-Liste und interpretiert sie. Bevor das File geladen wird, wird das Tool entweder auf den entsprechenden Dialekt eingestellt, oder man lässt das Tool selbst entscheiden, ob es den Dialekt erkennen kann. Alle wichtigen Dialekte sind direkt abgedeckt, auf speziellere Spice-Versionen kann dadurch zugegriffen werden, dass die entsprechenden Werkzeuge fast immer eine Exportmöglichkeit zu einer der Standardversionen enthalten. Zum Aufbau des Schaltbilds verwendet das Werkzeug bereits vorgegebene interne Symboldefinitionen, um zum Beispiel damit die Basisfunktionen wie Transistoren, Widerstände, Kondensatoren, Strom- und Spannungsquellen und viele andere Elemente darzustellen. Neben diesen bereits mitgelieferten Symbolen

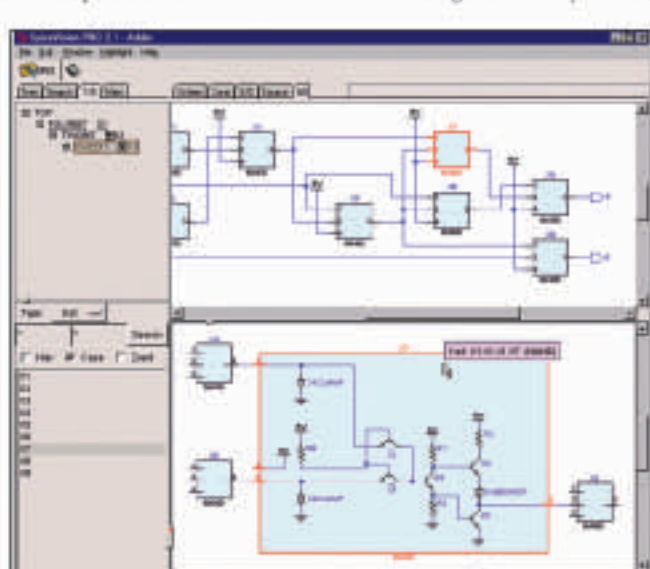


Bild 2. SVP mit Ansicht digital, Untergruppe und Gatter als Transistoren

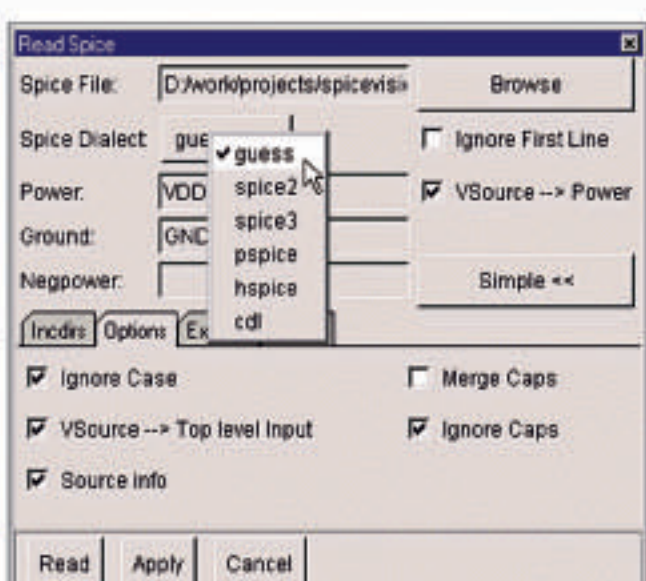


Bild 3. SVP unterstützt fast alle Spice-Typen direkt oder indirekt

kann SpiceVision PRO auch kundenspezifische, externe Definitionen für Symbole über externe Symbolbibliotheken verwenden. Mithilfe des Designhierarchie-Browsers kann das Spice-File auf verschiedenen Hierarchieebenen betrachtet werden. Von der obersten Übersichtsebene aus kann selektiv auf tiefere Ebenen umgeschaltet werden, bis dann auf der untersten Ebene die Transistoren sichtbar werden.

Besonders wichtig ist für den Anwender die leistungsfähige Suchfunktion, mit deren Hilfe er sehr schnell die gewünschten Schaltungsteile aus dem Spice-File finden und auf dem Bildschirm darstellen kann (Bild 4). Nach Definition der Suchanfrage und Anstoßen der Suchfunktion werden die Ergebnisse angezeigt und in einer speziellen Ergebnisliste gespeichert. Von dieser Liste her können einzelne Objekte sofort angezeigt und hervorgehoben werden. Auch Wege über mehrere Hierarchiestufen können dargestellt werden. Objektattribute wie zum Beispiel Port-Definition – ob Eingang oder Ausgang – oder Stromversorgungstypen kann der Anwender in diesem Modus über Popup-Menüs definieren, um

klare Zuordnungen zu haben. SpiceVision PRO verwendet diese Definitionen dazu, um besser lesbare Schaltbilder zu generieren. Auch andere Verbesserungen der Schaltungs-darstellung sind auf diese Weise möglich: Sind zum Beispiel mehrere Kondensatoren in der Schaltung parallel geschaltet, kann daraus ein neuer Summenkondensator generiert werden. Dasselbe gilt auch für die Parallelschaltung anderer Komponenten. Tauchen zum Beispiel zu viele Kondensatoren im Schaltbild auf, leidet bei manchen Arbeiten die Übersicht, und deshalb können sie zur besseren Ansicht unsichtbar gemacht werden. Hat man wichtige Komponenten oder Schaltungsteile gefunden wie zum Beispiel eine bestimmte Gruppe von Netzen oder Instanzen, kann man diese auch zur späteren Verwendung selektieren und als Bookmarks in einem besonderen Speicherbereich ablegen. Kontextsensitive Menüs sorgen für einen schnellen Zugriff auf die entsprechenden Daten.

Ein Problem gilt es jedoch immer noch zu lösen: Wie kann man zum Beispiel bei der Darstellung von 200.000 Transistoren die Übersicht behalten? Wie erreicht man es, dass auch bei einer »hohen Auflösung« dennoch alles wichtige möglichst auf einer Bildschirmansicht dargestellt wird? Was man braucht ist eine »intelligente Lupe«, die jeweils nur die selektierten Fragmente als neue Ansicht zeigt, entweder bei »flachen« oder bei hierarchischen Designs. Dasselbe gilt auch für die Darstellung kritische Pfade, die von anderen Werkzeugen gefunden wurden; nur das Interessante wird dargestellt. Über die Fragment-

darstellung ergeben sich weitere interessante Anwendungen, die dem Entwickler auch in anderer Hinsicht helfen: Die Schlagworte sind Kommunikation und Simulationszeit. Hat man das problematische Fragment selektiert, kann es ausgedruckt und abgespeichert werden. Damit besteht auch die Möglichkeit, diesen Schaltungsast an andere SpiceVision-Anwender per E-Mail zu verschicken und am Telefon zu diskutieren; alles Unwichtige ist sozusagen versteckt. Da man alle Spice-Daten eines wichtigen Asts als Liste vorliegen hat, ist es jetzt auch möglich, eine Teilsimulation durchzuführen oder an jeder anderen Stelle per E-Mail verschickt durchführen zu lassen. Oft wird die Anzahl der Simulationsläufe bei einem Design begrenzt, da man das komplette File nicht so einfach auf die gerade selektierten Bauteile reduzieren kann. SpiceVision PRO speichert die selektierten Spice-Daten auch für den externen Simulator ab. Ein Beispiel aus der Praxis: Manchmal sind von den eventuell 200.000 Elementen nur 200 interessant. Die Simulationszeit der reduzierten Schaltung kann damit oft um den Faktor 10 bis 100 reduziert werden. Die Zahl an sich sagt nicht viel, aber setzt man dies in Stunden um, ergibt sich bei Faktor 10 schon der Unterschied von einem Arbeitstag Simulation zu einer Stunde oder der Mittagspause. Als zusätzlicher Nebeneffekt kann mehr simuliert werden – oder das Design ist sehr viel schneller fertig.

Entspricht das Design dann den Anforderungen, muss es in der entsprechenden Halbleitertechnologie umgesetzt, platziert und verbunden werden. Die EDA-Werkzeuge liefern nach der Platzierung eine extrahierte Spice-Liste, die zusätzlich zur anfänglichen Schaltung jetzt alle zusätzlichen Effekte wie zum Beispiel Einflüsse von Leitungslängen und kapazitiven Kopplungen enthalten. Da diese Daten eventuell von mehreren verschiedenen EDA-Tools auf automatische Weise erzeugt wurden, haben beide Listen vom Aufbau her nicht mehr viel miteinander zu tun und sind



EASYCODE®

EASYCODE GmbH,
Löwenberger Str. 50
90475 Nürnberg
Tel.: +49 911 99 840 60
Fax: +49 911 99 840 97
Mail: info@easycode.de

www.easycode.de

Increase your productivity...
...and realize competitive advantage in your development

als Spice-Textlisten schwer zu vergleichen. SpiceVision PRO ist hier besonders wichtig, da es nur wenige Tools gibt, die solche automatisch generierten Listen als Schaltbild darstellen können. Im diesem Zusammenhang ist die selektive Darstellung von kritischen Pfaden sogar noch wichtiger, da die erforderliche Takteschwindigkeit eventuell nicht mehr erreicht oder die Ausbeute bei der Herstellung beeinflusst wird.

Da nach der Layoutgenerierung viele zusätzliche Elemente generiert wurden, um die so genannten »Dreckeffekte« darzustellen, kommt der Einsatz einer »intelligenten Lupe« noch stärker zum Tragen, zum Beispiel um Kapazitäten zusammenzufassen oder um R/C-Netzwerke zur besseren Darstellung unsichtbar zu machen. Diese externen Werkzeuge können zwar die »kritischen Pfade« ausrechnen – aber nicht als Schaltbild übersichtlich darstellen. Hier wird die Selektion von Schaltungsteilen und Fragmenten über mehrere Hierarchiestufen noch wichtiger. Die beschriebenen Vorteile bei der »selektiven Simulation« kommen noch stärker zum Tragen: da die Simulationsdaten jetzt mehr Elemente enthalten. Der Einfluss auf die Simulationszeit steigt auch. Die »Selektive Simulation« der kritischen Schaltungsteile ist vereinfacht und stark beschleunigt.

Eine der unbeliebtesten Aktivitäten in jedem Projekt ist die gute Dokumentation. Ist das Design beendet und der Druck des Nach-

folgeprojekts steigt bereits, kommt meist die Dokumentation zu kurz. SpiceVision PRO hilft auch hier. Eine lange Spice-Liste kann einfach als Schaltung auf mehreren Seiten dargestellt und als Datenbuch ausgedruckt werden. Die Aufteilung auf die einzelnen Seiten erfolgt automatisch. Dieses Feature wird nicht erst am Ende des Designs wichtig. Da die Daten immer zur Verfügung stehen, kann jede Gesamt- oder Teilansicht zu jedem Zeitpunkt »eingefroren« werden. Diese Möglichkeit macht das Tool damit auch für den begleitenden Einsatz bereits von Beginn des Designs an attraktiv. Das Verhalten der Schaltung kann zu jedem Zeitpunkt des Designs vor oder nach dem Place and Route »eingefroren« und dann über die Revision-Control-Software wie zum Beispiel CLIOsoft dokumentiert werden.

Aber noch wichtiger als der dokumentierte Entwicklungsablauf ist die Möglichkeit, zu jedem Zeitpunkt auf eine »alte«, aber funktionierende Version mit allen wichtigen Gesamt- oder Teilansichten als neuen Startpunkt zurückgreifen zu können. Die entsprechenden Postscript-Files oder ausgedruckten Schaltbilder von alten und neuen Versionen können zu jeder Zeit an alle Entwickler geschickt werden oder sind als Teil der Entwicklungs-Files im Netzwerk verfügbar. Die verklümpert eingesetzte Revision-Control-Software sorgt dafür, dass alle Beteiligten wissen, was gerade aktuell ist. Die Wiederverwendung von bereits entwickelten Schaltungsteilen in neuen Designs nimmt zu, da es die einzige Lösung ist, um bei begrenzter Entwicklungszeit komplexere Schaltungen zu entwickeln. Gerade die Selektionsmechanismen von SpiceVision, um ausgewählte Fragmente abzusichern, hat dabei bewährte Teile des Gesamt-Designs auszuwählen und als Untersuchen. Es entsteht hier zusätzlich von Anfang an eine vollständige Beschreibung der neuen Funktion in Spice.

Neben der Version SpiceVision mit einer Darstellung von bis zu 2000 Elementen bietet die in Bauteilen unbegrenzte SpiceVision PRO über eine Programmierschnittstelle (API) die Möglichkeit, auf die interne Datenbasis zuzugreifen. Über dieses auf TCL basierende Interface kann der Anwender auf alle Daten zugreifen und diese theoretisch auch ändern. Wichtiger ist aber das Lesen der Daten, um daraus kundenspezifische Reports zu erstellen.

Ein Problem bei der Simulation besteht zum Beispiel darin, dass »floating Gates« nicht akzeptiert werden. Bei großen Designs führt das dazu, dass der Simulator eventuell erst nach einiger Zeit die entsprechende Fehlermeldung liefert. Der Entwickler muss dann das Design anpassen und einen neuen Simulationslauf starten, es geht also viel Zeit verloren. Über das Anwender-Interface von SpiceVision PRO hat der Anwender zum Beispiel die Möglichkeit, aus den Spice-Daten die »floating Gates« vorher herauszusuchen und zu ändern, und der Simulator kann damit auf Anhieb problemlos durchlaufen werden.

Ein weiteres Beispiel: Oft sind auf einem Chip Schaltungsteile implementiert, die mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen betrieben werden. Diese Schaltungsteile dürfen nur nach bestimmten Regeln untereinander verbunden werden – sonst droht die Zerstörung des Chips. Auch hier kann SpiceVision PRO helfen: Basierend auf der TCL-API können Electrical-Rule-Checks (ERC) definiert werden, die Problemzonen finden und in der SpiceVision-GUI anzeigen.

SpiceVision PRO liefert als erstes Werkzeug die Möglichkeit, Spice-Files einfach als Schaltbild darzustellen und durch Darstellung wichtiger Daten in den Cone-Fenster die Übersicht weiter zu erhöhen. Die kundenspezifische Programmierung mithilfe von TCL ermöglicht es dem Anwender, die interne Datenbasis für den Aufbau ganz spezieller projektabhängiger Lösungsmöglichkeiten wie zum Beispiel für Konsistenz-Checks einzusetzen. Als weiteres wichtiges Feature kann der Anwender selektiv simulieren und damit sowohl beim Design als auch nach Place and Route Simulationszeit sparen.

(Gerhard Angst, Concept Engineering/pa)

Concept Engineering
☎ 07 61/47 09 40
www.concept.de

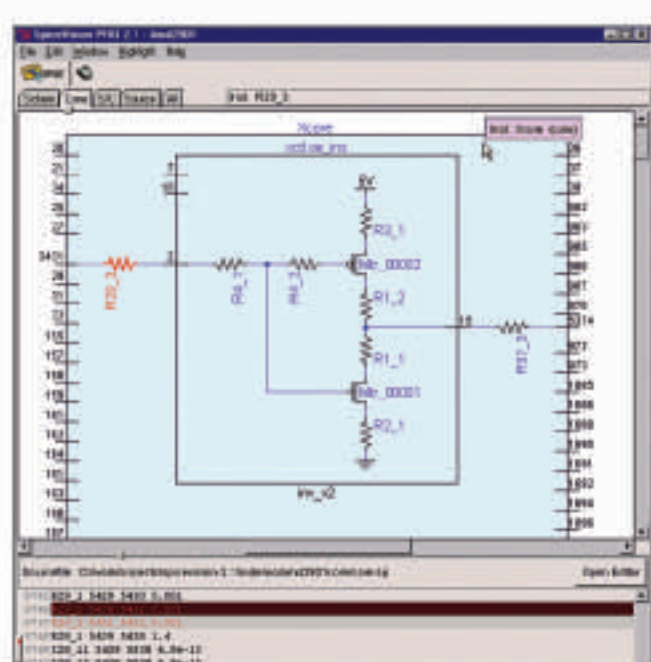


Bild 4. Fragmente der Schaltung dargestellt