

MATHEMATISCHES FORSCHUNGSIINSTITUT OBERWOLFACH

Tagungsbericht 30/1992

Mathematische Modellierung und Simulation elektrischer Schaltungen und Halbleiter

5.7. bis 11.7.1992

Die Tagung wurde geleitet von R. Bank (La Jolla, UCSD), R. Bulirsch (TU München), H. Gajewski (Inst. Angewandte Analysis und Stochastik, Berlin), und K. Merten (SIEMENS AG, München).

35 Wissenschaftler aus dem In- und Ausland haben an der Tagung teilgenommen. Dem interdisziplinären Charakter der Tagung entsprach die Zusammensetzung des Teilnehmerkreises. Ein gutes Drittel der Teilnehmer kam aus der Industrie und aus der Elektrotechnik.

Schwerpunkt der Tagung war die Behandlung des Simulationsverbunds bestehend aus der Schaltungssimulation, der Bauelementssimulation und der Prozeßsimulation. Die Vorträge zu jedem der Simulationsschritte sollen kurz vorgestellt werden.

In der Schaltungssimulation werden i. w. drei Typen an Schaltkreisen unterschieden: kleine Schaltungen mit wenigen Bauelementen (ca. 20 Elemente) und einem oszillierendem Verhalten, mittelgroße Schaltungen mit bis zu 500 Bauelementen und sehr große Schaltungen mit mehr als 500 Elementen. Die numerischen Probleme der mittleren Schaltungen werden i. w. als gelöst angesehen. Oszillierende Schaltungen wurden behandelt in den Vorträgen von Denk (Entwurf eines neuen Integrationsverfahrens), Schmidt (Grenzzzyklusberechnung mittels der Mehrzielmethode), Zheng (Einschwingverhalten von Oszillatoren). Frequenzbereichsuntersuchungen wurden von Mathis vorgenommen. In sehr dicht gepackten Schaltungen sind nicht alle Bauelemente gleichzeitig aktiv. Der Großteil der Elemente ist latent. Dies lässt sich für eine effiziente Integration auf mehreren Ebenen ausnutzen. Rentrop studierte Multirate Einschritt-Verfahren, weitere interessante Zugänge wurden von Taubert (Waveform Relaxation) und von Wiedl (gesplittete Newton Iteration bei BDFs) vorgestellt. Die Ausnutzung paralleler Rechnerarchitekturen wurden von

Grund und Kiehl diskutiert. Über Grundlagen wie eine ladungserhaltende Gleichungsformulierung (Feldmann), Stabilitätsfragen bei den Algebro-Differentialgleichungen (März) und eine Kombination von BDF-Trapezregel (Wriedt) wurde berichtet.

In der Bauelementssimulation standen Eindeutigkeitsfragen des Drift-Diffusion Modells (Gajewski, Wrzosek), neue Modellierungstechniken und numerische Verfahren im Mittelpunkt. Erweiterte Modelle auf Grundlage der Boltzmann Gleichung wurden von Wick vorgestellt. Simulationsergebnisse und numerische Lösungsverfahren wie Finite Element Methoden (Albinus), adaptive Multilevel Verfahren (Deufhard), approximative Newton Techniken (Gärtner), gemischte Finite Elemente Verfahren (Hoppe), Box Methoden (Kerkhoven), Baliga-Patankar Diskretisierung in 3D (Montrone) wurden diskutiert. Bank stellte ein bi-konjugiertes Gradientenverfahren zur Lösung der unsymmetrischen linearen Gleichungssysteme vor. Den Einfluß von Wärmeströmungen in den Modellgleichungen beschrieb Meinerzhagen. Die Modellierung spezieller Bauelemente wie Mikrosensoren (Wachutka) und Dioden (Gawriljuk) wurde erläutert.

Als spezifische Probleme der Prozeßsimulation treten freie Ränder und scharfe Reaktionsfronten bei den zu lösenden Transportgleichungen auf. Die numerischen Probleme bei freien Rändern behandelte Paffrath. Rank setzte die singuläre Störungstheorie ein, um die Reaktionsfronten zu beschreiben. Dierstoffprobleme studierte Chabilan, Fragen zum Kristallwachstum wurden von Mittelmann diskutiert.

Vortragsauszüge

Albinus G.

Numerical Simulation of the Hot Carrier Transport in Semiconductor Devices on the Basis of the Energy or Quasi-Hydrodynamic Model

The subject of this lecture will be the numerical simulation of the hot carrier transport in semiconductor devices. Stationary and transient problems are solved in two spatial dimensions for a system of partial differential equations which is known as energy model or as quasi-hydrodynamic model. Thereby the finite-element method and an extended Scharfetter-Gummel discretization scheme are applied. Another energy model is proposed on the basis of thermodynamic and mathematical arguments. The problem of a mathematically analytic treatment are discussed in the light of the results for the drift-diffusion model on the background of the theory of systems of elliptic or parabolic equations.

Bank R. E.

An Analysis of the Composite Step Biconjugate Gradient Method

In this talk, we analyze in detail the connection between Lanczos process and the composite step biconjugate gradient method for solving $Ax = b$ when A is nonsymmetric but nonsingular. This connection allows us to develop a simple proof of convergence for the method, yielding estimates of the form

$$|||e_k||| \leq \inf ||P_k(B^{-1}A)||_{\ell_2} |||e_0|||$$

where e_k denotes the error, C is a fixed constant, and $|||\cdot|||$ is a particular norm. The inf is taken over all polynomials of degree k such that $P_k(0) = 1$, in the usual fashion.

Chabilan J.-F.

Das Problem der Dotierungsdiffusion im Halbleitermaterial: Physikalische Modellierung und numerische Simulation

Bei der physikalischen Modellierung der Dotierstoffdiffusion im Silizium kann man in der Literatur verschiedene Modelle finden. Sie reichen von dem einfachsten Fickschen Gesetz bis zum System von Reaktions-Diffusionsgleichungen. Theoretische Untersuchungen eines Modellproblems (siehe J. R. Kimg, 1991) haben gezeigt, daß die Lösung unterschiedlich konsistentes Verhalten zeigt. Die numerische Approximation erfolgt mit Hilfe der vertikalen Linienmethode. Die Semi-Ortsdiskretisierung liefert ein Algebro-Differentialgleichungssystem. Dieses steife System (wegen stark variierender Diffusionskoefizienten) wird in der Zeit mit der partitionierten Methode für Runge-Kutta-Verfahren integriert.

Denk G.

A New Discretization Scheme for the Efficient Integration of Highly Oscillatory ODEs

The integration of highly oscillatory ordinary differential equations (ODEs), e. g. arising from circuit simulation, requires a large amount of computational work, if this is done with standard integrators (e. g. LSODE). In this talk, a new discretization scheme for this kind of ODEs will be presented. The main idea is the transformation of a differential equation into a difference equation with a solution fulfilling also the differential equation. This is applied to the special second order ODE $y'' + ay' + by = f(x, y)$. The investigation of the resulting multistep method requires a generalization of the classical theory for multistep methods. The numerical results show a remarkable gain in efficiency compared with standard methods.

Deufhard P.

Recent Developments in the Adaptive Multilevel FEMily

The talk will survey recent progress made at ZIB in the adaptive multilevel FE solution of PDE systems. Special topics to be covered are: (a) adaptive 3-D implementation of the BDX-preconditioned cg in the elliptic code KASKADE, (b) adaptive Rothe method in parabolic equations and Schrödinger equations, (c) adaptive ML-FEM in diffusion-reaction systems. Examples to be presented include an engine electronics semiconductor device, integrated optics signal propagation, and the clinical treatment of hyperthermia. The similarities between combustion and device modeling are tacitly assumed.

Feldmann U.

Timestep Control for Charge Conserving Integration in Circuit Simulation

Charge oriented integration is necessary in general purpose circuit simulation for maintaining charge conservation. Generally, an approach derived by Dutton and Ward (1974) is implemented. Its drawbacks are higher expense for timestep control, loss of one integration order, and the fact that the user has no direct control of the variables which he really is interested in. An error estimate is proposed which is closely related to error estimates given by Gear, Leimkuhler et al. in 1984, 1985 for differential algebraic equations of index 2.

A timestep control algorithm based on this estimate requires extra solutions of a linear system with the matrix of the Newton procedure. First results indicate that this is compensated by better adaption of timesteps.

Gajewski H.

On Uniqueness of Solutions to the Drift-Diffusion Model of Semiconductor Devices

The first uniqueness result for the transient drift-diffusion-model of semiconductor devices was published by M. Mock in 1972 under strong regularity assumptions, excluding non-smooth domains as well as mixed boundary conditions. More recently Gajewski & Gröger have showed weak solutions to be unique, provided the semiconductor obeys Boltzmann statistics. Concerning the physically more realistic Fermi-Dirac statistics, these authors proved uniqueness of solutions having bounded gradients.

It is the main purpose of the talk to present a to some extend satisfactory uniqueness result which rests on a new concavity argument involving density and conductivity as functions of the chemical potentials of electron and holes. This argument allows to remove regularity assumptions except for a mild L_q -condition with respect to the gradient of the electrostatic potential only. Our idea of proof is based on the convexity of the free energy functional, which induces a natural metric in the space of solutions to the device equations.

Gärtner K.

Approximate Newton Methods for the van Roosbroeck System

The discretization of the continuity equations for the electrons should have a negative definite Jacobi matrix with respect to the electrostatic potential. The Scharfetter-Gummel-scheme in connection with Boxintegration on grids with no obtuse triangles fits their requirement in analogy to the linearized partial differential equation. Mock's example with multiple solutions is based on a discretization that clearly violates this property by introducing an indefinite matrix — the multiple solution is caused by the discretization. The structure of the linearized system is used to eliminate the electrostatic potential in an approximate manner with the two limiting cases: singular perturbation theory and linearized Gummel-scheme. The method can be interpreted as an "interpolation" between the two cases and has the property that the iteration proceeds in a subspace, which fulfilled Poisson's equation if the initial guess is a solution of the linearized Poisson's equation.

Gawriljuk I.

Mathematical Modelling of Diode Structures Based on Graded-Band-Gap Semiconductors with High Internal Quantum Efficiency

The effect of photon recycling in semiconductors with high internal quantum efficiency makes essentially influence on parameters of devices operating at high levels of excitations (power diodes and transistors, lasers). In this communication mathematical models of diode structures from $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ graded-band-gap semiconductors with high efficiency of spontaneous radiative recombination are proposed. These models represent initial boundary value problems for nonlinear integrodifferential equations. An existence and uniqueness result in the Sobolev spaces are discussed, the difference schemes are constructed and investigated, some numerical results are presented.

Grund F.

Strukturierte Systeme von Algebro-Differentialgleichungen

Es wird das folgende System von Algebro-Differentialgleichungen betrachtet.

$$\begin{aligned} F(u_1, \dot{u}_1, y_1, \dot{y}_1, \dots, w, \dot{w}, t) &= 0 \\ H_i(u_i, \dot{u}_i, y_i, \dot{y}_i, x_i, \dot{x}_i, t) &= 0 \\ i &= 1, 2, \dots, r \end{aligned}$$

Solche Systeme ergeben sich beispielsweise bei der Analyse von elektrischen Schaltungen. Die Anzahl der Gleichungen kann sehr groß sein. Die Lösung des strukturierten Systems soll mit Parallel- und Vektorcomputern bestimmt werden. Parallelisierungen sollen auf dem Niveau der Differentialgleichungen, der nichtlinearen Gleichungen bzw. der linearen Gleichungen durchgeführt werden. Die nichtlinearen Systeme werden mit Multilevel-Newton-Verfahren behandelt. Die linearen Systeme sind unsymmetrisch und sparsam besetzt. Es wird über numerische Resultate für diese Systeme berichtet.

Hoppe R. H. W.

Mixed-Hybrid Discretization of the Current Continuity Equation in Semiconductor Device Simulation

We consider the linearized current continuity equation stated as a drift-diffusion model for the carrier concentration. Concerning the numerical solution of this problem we use a finite element discretization based on a mixed-hybrid approach which is considered as a stable numerical technique for convection-dominated diffusion-convection problems. We present some numerical results illustrating the performance of the mixed-hybrid discretization and discuss further aspects of dual hybridization.

Kerkoven T.

A Piecewise Linear Petrov-Galerkin Analysis for the Box-Method in Arbitrary Dimension

On an N -dimensional simplicial finite element S_r , the perpendicular bisectors box-method is shown to be identical to a Petrov-Galerkin method for a piecewise linear approximation U_h with piecewise constant box test-functions ϕ_B . This Petrov-Galerkin discretization for a piecewise linear approximation U_h is shown to depend only on the averages of test-functions ϕ over element faces F_{rs} . Therefore, conforming, piecewise polynomial test functions ϕ_{pp} may be substituted for the nonconforming, piecewise constant, test functions ϕ_B , if they assume equal face-averages as the latter. Furthermore, by a suitable choice of the test-functions ϕ_{pp} , the elemental Petrov-Galerkin stress-matrix becomes equal to the piecewise linear elemental stress-matrix, left multiplied by a transformation matrix. This establishes a Petrov-Galerkin error analysis for N -dimensional perpendicular bisectors box-method, which yields a piecewise linear order of accuracy times a proportionality factor which reflects the deviation from the usual piecewise linear finite element method.

Kiehl M.

Circuit Simulation — An Application for Parallel ODE solver

Parallel ODE solver were mentioned long before parallel computer were available. But now the interest partly seem to decrease. One reason is that we cannot expect much progress from theory. This is shown for Runge-Kutta methods. But much more important is, that there is hardly an application where parallel ODE solver can be used economically. Circuit simulation is one of the very few.

März R.

Numerical Stability Criteria for Differential-Algebraic Systems

Regular differential-algebraic systems are well-known to represent vector fields on manifolds. Hence, all solvability resp. stability results may be carried over formally to differential-algebraic systems. However, from a more practical point of view, there are two problems with this theoretically famous approach: Both, the vector fields and the manifolds related to the differential-algebraic systems are given recursively-implicitly, and along these lines they are not available in practice in general. To apply this geometrical concept of regular differential-algebraic systems one should suppose high smoothness of all original terms describing the problem. In the present paper, for practically important classes of differential-algebraic systems, simple matrix criteria that may be easily realized are proposed for checking regularity, consistency, Lyapunov stability etc. Those matrix criteria are formulated directly in terms of the original differential-algebraic systems, which are assumed to have a lower order natural smoothness only.

Mathis W.

Analysis of Linear Time-Invariant Networks in the Frequency Domain

In the area of analog circuits their small-signal behavior is of much interest for circuit designers. Therefore, a tool for the analysis of circuits of this class should be available in a

circuit simulator. Usually SPICE-like circuit simulators include a tool for calculating the frequency characteristics (Bode diagram) of the input-output behavior. Unfortunately, it is difficult to study the stability of circuits with these characteristics. Because the input-output behavior is described by a transfer function which is a rational function of the complex frequency with real coefficients it is useful to calculate the poles and zeros of such a transfer function. In this talk a method will be described which determines these quantities in a robust manner. In more detail transfer functions are formulated as a quotient of two determinants which can be interpreted as the conditions of generalized eigenvalue problems. Because the associated matrix pair (A, B) includes "infinite" eigenvalues a specialized algorithm is needed for the reduction of these not desired eigenvalues. As a result a combination algorithm is presented which calculates the proper eigenvalues (modes of the network) in an accurate manner. The method will be illustrated by means of an example.

Meinerzhagen B.

Influence of Thermal Diffusion and Heat Flux on the Solution of the Hydrodynamic Model

Energy transport models or hydrodynamic models are becoming more and more important in semiconductor device modeling because they allow a more accurate modeling of hot carrier related effects like gate and substrate currents and not stationary effects like velocity overshoot. In these models there exist flux components driven by the gradients of carrier temperatures namely the heat flux and the thermal diffusion current. In this talk it will be shown which effect the size of the flux components has on the spurious velocity overshoot in submicron structures, on the smoothness of the spatial electron density and electron temperature distributions in MOSFETs and on the output characteristics of advanced bipolar transistors.

Mittelmann H.

Production of Semiconductor Crystals by the Float-Zone Process — a Scientific Computing Problem

About 15% of all commercially used semiconductor crystals are produced via the float-zone process. Under terrestrial conditions the size of these crystals is severely limited. Since several years the space agencies are supporting experiments on space shuttles in order to explore space-based production. These will continue in the near future. We investigate the stability of the convection rolls present in the float-zone even under zero gravity. Loss of stability results in inferior crystal quality. Very large problems have to be solved both in energy and linearized stability analysis. One obtains upper and lower bounds for the critical parameter (Marangoni number). Computational results are compared with recent experiments. A series of slides are shown of the unstable time-oscillatory thermocapillary convection bifurcating from the axisymmetric basic state at a Hopf bifurcation point.

Montrone F.

The Method of Baliga-Patankar in 3-D-Device Simulation

Describing the carrier transport in a semiconductor device by the so-called classical drift-diffusion equations, the method of Baliga-Patankar can be applied to their discretization. It will be shown, however, by a 2-D counter-example that the computation of the minority charge densities is sensitive with respect to round-off errors, when the Baliga-Patankar discretization scheme is used.

A new, stable discretization scheme will be proposed which preserves the advantage of the Baliga-Patankar discretization scheme concerning no restrictions on the angles of the finite-elements in the mesh.

Paffrath M.

Numerische Lösung des „Moving Boundary“-Problems in der Dotierstoffsimulation

Physikalische Beschreibung des Oxidationsproblems, Entkopplung von Oxidation und Dopandendiffusion, Drift-Diffusionsgleichungen, Diffusionsmodelle, kurzer Überblick über Verfahren zur Gittergenerierung bei „Moving Boundary“-Problemen, es wird das Verfahren der „temporären Koordinatengebiete“ vorgestellt und auf die Finite-Element-Diskretisierung für Gebiete mit bewegten Rändern eingegangen, Ergebnisse für einen Bipolar-Prozeß.

Rank E.

Eine hp-Gebietszerlegungsmethode für singulär gestörte Reaktions-Diffusionsprobleme

Viele Fragestellungen in der Prozeß- und Devicesimulation führen auf Gleichungen vom Reaktions-Diffusions-Typ. Da oftmals „scharfe“ Reaktionsfronten auftreten, sind die Probleme als singulär gestört zu betrachten. Es wird gezeigt, unter welchen Bedingungen bei Verwendung konsistenter „Massenmatrizen“ in einer FE-Diskretisierung das diskrete Maximumprinzip verletzt ist und damit gravierende Lösungsinstabilitäten induziert werden. In einer Raumdimension werden Stabilitätskriterien für Polynomgrade bis $p = 4$ angegeben. Aus den hieraus sich ergebenden Beobachtungen wird ein hierarchisches 2D-FE-Verfahren motiviert, bei dem ein grobes Netz mit hohem Polynomgrad lokal durch ein feines Netz mit niedrigem Ansatzgrad überdeckt wird. Prinzipien zur Implementierung dieser hierarchischen hp-Version werden kurz skizziert. Am Problem der lokalen Oxidation von Silizium wird gezeigt, daß dieses Verfahren geeignet ist, auch sehr dünne Grenzschichten aufzulösen.

Rentrop P.

Partitioning and Multirate Strategies and Latency of Electric Circuits

In highly integrated circuits only a small part of elements is active, whereas the major part is latent. In simulation packages this property can be used on the linear algebra level in order to reduce the computation time. On the discretization level partitioned methods or multirate methods can exploit the latency. Special one-step methods based on Rosenbrock-Wanner schemes are constructed for both techniques and applied to the inverter chain. In general the multirate methods save more computation time than the partitioned methods.

Schmidt W.

Limit Cycle Computation of Oscillating Electric Circuits

A widely spread method to compute limit cycles of oscillating electric circuits is linear analysis. By a simple example, namely a tunnel diode oscillator, it is shown that this approach leads often to unsatisfactory results. Therefore an alternative method is developed: limit cycle computation is formulated as a special bifurcation problem, i. e. a nonlinear two point boundary value problem. By coupling multiple shooting techniques and a BDF-integration method this problem can be solved without increasing computational effort. The efficiency of this algorithm is illustrated by some realistic oscillators with various transistor models.

Taubert K.

Der Zusammenhang zwischen Waveformrelaxation und nichtlinearen gestörten Iterationsverfahren

Digitale MOS-Schaltungen führen häufig auf Aufgaben der Form $C(y)\dot{y} = f(t, y)$ mit einem (gleichmäßig) stark akkretiven Operator C in der Maximum-Norm oder

$$(C(u)z, l(z)) \geq \alpha \|z\|_\infty^2, \alpha > 0.$$

Die aus der Akkretivität folgende Konvergenz der Waveformrelaxation für die Aufgabe $C(y)\dot{y} = 0, y(0) = y_0$, überträgt sich auf die gestörte Aufgabe $C(y)\dot{y} = f(t, y), y(0) = y_0$, sofern die Störung f die Eigenschaft $\|f(t, u) - f(t, v)\|_\infty \leq \beta \|u - v\|_\infty$ mit $\beta < \alpha$ hat. Der geführte Konvergenzbeweis zeigt klar die Abhängigkeit der Konvergenzgeschwindigkeit von dem gewählten Zeitfenster $[0, T]$. Als Beispiel wurde u. a. ein 2-bit-Volladdierer behandelt.

Wachutka G.

Mathematical Models of Integrated Microsensors and Smart Electronic Devices

Recent developments indicate an increasing tendency to use today's integrated circuit technology for the cost-effective monolithic integration of miniaturized sensors and the circuitry for signal conditioning ("smart" sensors). Likewise the on-chip combination of sensitive electronic devices in a self-monitoring control circuitry can be achieved ("smart" devices).

A comprehensive theoretical base for the numerical simulation of such "microsystems" is provided by the methods of phenomenological thermodynamics. This approach allows the consistent coupling of electric and thermal transport with a large variety of other physical phenomena relevant for the sensor operation as well as for the interplay between sensor unit and circuitry, notably *galvanomagnetism*, *thermoelectricity*, and the *electromechanical*, *thermomechanical* and *optoelectronic* effects.

The basic dynamical equations, together with the proper boundary conditions and physical parameter models for the state equations and transport coefficients, will be discussed. The elegance and practicability of the "thermodynamic model" will be demonstrated using

selected illustrative applications (e. g., magnetic field sensors, thermoelements, piezoresistive, piezoelectric, and pyroelectric sensor elements, optoelectronic components).

Wick J.

Numerical Methods for Kinetic Semiconductor Models

We present three approaches to the Boltzmann-like description of semiconductors.

- 1.) Particle approximation with variable weights. Here the coordinates changes due to the transport process, the weights by collision. This is easy to handle from a theoretical point of view. Also an implementation is not difficult. But the decoupling of the transport and the collision makes problems in the computation of the steady state.
- 2.) Rediscretization. Here fixed weights are used and the particle distribution is considered as a time-dependent measure. Putting this in the time-discretized Boltzmann equation, the discrete measure is not preserved. Hence a rediscretization is required at any time step. But for 3D-problems it is a lack of efficient rediscretization methods.
- 3.) Divergence method. The collision term can be written formally as the divergence of a flux. The Radon-Nikodym derivative of it will be approximated using integral relations. This allows to handle also singular collision kernels without modification and leads to a simple equation of motion for the particles. First numerical results show a good accuracy and they are obtained in much shorter time than Monte-Carlo simulation.

Wiedel W.

Multilevel-Newton-Verfahren in der Transientenanalyse elektrischer Netzwerke

Bei der Simulation elektrischer Schaltkreise werden mit wachsender Größe zunehmend Verfahren eingesetzt, die von einem modularen Aufbau dieser Systeme ausgehen und die

daraus resultierende Struktur der beschreibenden Gleichungen bei deren Lösung berücksichtigen. Dies geschieht mit unterschiedlicher Zielrichtung und auf verschiedenen Ebenen. So kann man das Differentialgleichungssystem in einzelne Komponenten zerlegen oder auch das daraus resultierende nichtlineare Gleichungssystem oder das nach der Linearisierung auftretende lineare Gleichungssystem. Untersucht werden in diesem Zusammenhang Multilevel-Newton-Verfahren und ihre Eignung zur Rechenzeitreduzierung und Parallelisierung.

Wriedt H.

Transientensimulation elektrischer Netzwerke mit TR-BDF

Bei der transienten Simulation wird das elektrische Netzwerk durch ein Algebrodifferentialgleichungssystem (ADG-System)

$$F(x(t), \dot{Q}(x(t)), t) = 0, \quad x(t_0) = x_0 \quad (1)$$

beschrieben. Der Index dieses ADG-Systems ist bei MOS-Schaltungen meist 2. Zur numerischen Lösung wird in (1) \dot{Q}_n mittels Trapezregel (TR) oder BDF diskretisiert, das resultierende System nach x_n gelöst ($F(x_n, \partial Q(x_n) + r_n, t_n) = 0$). In der Praxis wird TR gegenüber BDF bevorzugt: Symmetrisches Stabilitätsgebiet, kleiner Diskretisierungsfehler.

Der entscheidende Nachteil der TR-Regel, die fehlende L-Stabilität, führt zu numerischen Oszillationen in gewissen Strömen. Wird jedoch nach mehreren TR-Schritten ein BDF-Schritt durchgeführt, so ist das resultierende „Einschrittverfahren“ L-stabil. Es wird über eine Implementation im Schaltkreissimulator TITAN berichtet.

Wrzosek D.

The Non-Stationary Semiconductor Model with Bounded Convective Velocity and Generation/Recombination Term: Existence and Uniqueness of Solutions

We consider time-dependent semiconductor device model with saturating velocities and source terms. The model comprises at once g-r-terms of Shockley-Read-Hall and Auger

as well as a term corresponding to impact ionisation. In the case of one space dimension we allow for the standard impact ionization term and show existence and uniqueness of solutions for all time. For arbitrary dimension more restrictive conditions on the form of the term relating to impact ionization is imposed. In this case we obtain existence of solutions as well as uniqueness under stronger regularity assumptions. The main mathematical problem deals with estimations in L^∞ .

Zheng Q.

Das Einschwingen eines Oszillators — eine Untersuchung nicht-linearer autonomer Schwingungen

In Bezug auf die Anwendung — Entwurf von Oszillatorschaltungen — wird das dynamische Verhalten autonomer Systeme untersucht. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt zwischen reinen asymptotischen Aussagen über Existenz des Grenzzyklus, Stabilität etc. und einer direkten numerischen Simulation. Diese behandelt insbesondere das Einschwingverhalten eines Oszillators. Die Technik periodischer Linearisierung ermöglicht hier sowohl die qualitative Analyse als auch die quantitative Berechnung des dynamischen Vorgangs. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden durch Beispiele veranschaulicht.

Berichterstatter: P. Rentrop

Tagungsteilnehmer

Dr. Günter Albinus
Institut für Angewandte Analysis
und Stochastik
Hausvogteiplatz 5-7

0-1086 Berlin
GERMANY

Georg Denk
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Prof.Dr. Randolph E. Bank
Dept. of Mathematics, C-012
University of California, San Diego

La Jolla , CA 92093
USA

Prof.Dr. Peter Deuflhard
Konrad-Zuse-Zentrum für
Informationstechnik Berlin
Heilbronner Str. 10

W-1000 Berlin 31
GERMANY

Dr. Ralf Peter Brinkmann
ZFE BT ACM 31
Siemens AG
Otto-Hahn-Ring 6

W-8000 München 83
GERMANY

Dr. Uwe Feldmann
SIEMENS AG
ZFE BT SE 43
Otto-Hahn-Ring 6

W-8000 München 83
GERMANY

Prof.Dr. Roland Bulirsch
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Prof.Dr. Herbert Gajewski
Institut für Angewandte Analysis
und Stochastik
Hausvogteiplatz 5-7

0-1086 Berlin
GERMANY

Jean-François Chabillan
Fachbereich Mathematik
AG 8 Numerische Mathematik
TH Darmstadt
Schloßgartenstr. 7

W-6100 Darmstadt
GERMANY

Dr. Klaus Gärtner
IPS
ETH-Zentrum

CH-8092 Zürich

Dr. Iwan Gawriljuk
Warschauerstr. 14/1602

0-5069 Erfurt
GERMANY

Prof.Dr. Ronald H.W. Hoppe
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Dr. Albert Gilg
SIEMENS AG
ZFE BT SE 4
Postfach 830953
Otto-Hahn-Ring 6

W-8000 München 83
GERMANY

Prof.Dr. Thomas Kerkhoven
Department of Computer Science
University of Illinois at
Urbana-Champaign
1304 W. Springfield Av.

Urbana , IL 61801
USA

Prof.Dr. Friedrich Grund
Institut für Angewandte Analysis
und Stochastik
Hausvogteiplatz 5-7

0-1086 Berlin
GERMANY

Dr. Martin Kiehl
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Ralf Hiptmair
Sitzlustr. 82

W-8000 München 45
GERMANY

Prof.Dr. Roswitha März
Institut für Angewandte Mathematik
Fachbereich Mathematik
Humboldt-Universität Berlin
Unter den Linden 6, PSF 1297

0-1086 Berlin
GERMANY

Prof.Dr. Karl-Heinz Hoffmann
Institut für Angewandte Mathematik
und Statistik
TU München
Dachauer Str. 9a, PF 370252

W-8000 München 2
GERMANY

Prof.Dr.-Ing. Wolfgang Mathis
Bergische Universität
Gesamthochschule Wuppertal
Fachbereich 13 - Elektrotechnik
Fuhlrottstr. 10

W-5600 Wuppertal 1
GERMANY

Dr. Bernd Meinerzhagen
Institut für Theoretische
Elektrotechnik
RWTH Aachen
Kopernikusstr. 16

W-5100 Aachen
GERMANY

Prof.Dr. Ernst Rank
Anwendung numerischer Methoden im
Bauwesen
Universität Dortmund
August-Schmidt-Str. 8

W-4600 Dortmund 50
GERMANY

Dr. Knut Merten
Siemens Corporate Research, Inc.
755 College Road East

Princeton , N.J. 08540
USA

Prof.Dr. Peter Rentrop
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Prof.Dr. Hans D. Mittelmann
Department of Mathematics
Arizona State University

Tempe , AZ 85287-1804
USA

Dr. Walter Schmidt
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Francesco Montrone
Mathematisches Institut
TU München
PF 20 24 20, Arcisstr. 21

W-8000 München 2
GERMANY

Prof.Dr. Klaus Taubert
Institut für Angewandte Mathematik
Universität Hamburg
Bundesstr. 55

W-2000 Hamburg 13
GERMANY

Dr. Meinhard Paffrath
SIEMENS AG
ZFE BT SE 43
Otto-Hahn-Ring 6

W-8000 München 83
GERMANY

Prof.Dr. Gerhard Wachutka
Physical Electronics Laboratory
ETH- Hönggerberg, HPT

CH-8093 Zürich

Prof.Dr. Joachim Wick
Fachbereich Mathematik
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049

W-6750 Kaiserslautern
GERMANY

Dr. Wolfgang Wiedel
Universität Hamburg
Rechenzentrum der Universität
Schlüterstr. 70

W-2000 Hamburg 13
GERMANY

Hartmut Wriedt
Regionales Rechenzentrum der
Universität Hamburg
Schlüterstr. 70

W-2000 Hamburg 13
GERMANY

Dr. Darek Wrzosek
Institute of Mathematics
University of Warsaw
ul. Banacha 2

Warszawa 02-097
POLAND

Dr. Qinghua Zheng
SIEMENS AG
ZFE BT SE 43
Otto-Hahn-Ring 6

W-8000 München 83
GERMANY

