

Der Computer als Werkzeug der Elektronik

Autor(en): **Bächler, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 16

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914925>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Computer als Werkzeug der Elektronik

Der folgende Bericht bezieht sich auf die SEV-Informationstagung «der Computer als Werkzeug der Elektronik» vom 23. Mai 1978 in Bern. Die ausführlichen Referate sind beim SEV, Abt. VVW, zum Preis von Fr. 40.- (+Versandspesen) erhältlich.

Zwei grundsätzlich verschiedene Standpunkte wurden anlässlich der Informationstagung «der Computer als Werkzeug der Elektronik» vertreten, derjenige des Software/Hardware-Produzenten (Entwickler und Verkäufer) und jener des Anwenders und Verbrauchers von Computerleistung. In der nachfolgenden Zusammenfassung der Vorträge werden zuerst die Referate von «Werkzeug-Lieferanten», die den Stand der Technik aus ihrer Sicht beleuchten, wiedergegeben. Danach gelangt ein Software-Entwickler mit einer wissenschaftlichen Anwendung des Computers zum Worte. Drei weitere Beispiele illustrieren anschliessend Möglichkeiten des praktischen Einsatzes von Computern in der Industrie.

1. Computergestützte Schaltungsanalyse: Verfügbare Sprachen und Methoden ¹⁾

J.S. Vogel, IBM-Schweiz, Zürich

Das hauptsächlichliche Software-Angebot für die computergestützte Arbeitsweise in der modernen Elektrotechnik umfasst Netzwerk-analysenprogramme und wird im folgenden kurz illustriert.

Anforderungen an Analysenprogramme: Eine benutzerfreundliche Sprache ist selbsterklärend und lässt Programme schnell interpretieren. Modelle der gebräuchlichsten aktiven Bauelemente (Transistoren, Opamp) müssen abgespeichert oder synthetisierbar sein. Resultate sollen umfassend oder selektiv, insbesondere aber graphisch dargestellt werden können. Schaltungsparameter will man auf einfache Weise ändern, um ihren Einfluss auf die Schaltung zu bestimmen (Toleranzen, Sensitivitäten). Nebst DC- und AC-Analysen sind auch nichtlineare und transiente erwünscht.

Die in der Schweiz allgemein zugänglichen *Mehrzweckprogramme* werden in Tab. I verglichen.

Numerische Methoden: Die Formulierung von Netzwerkgleichungen mit Hilfe von Graphen und den dazugehörigen topologischen Matrizen sind den jungen Ingenieuren heute geläufig, ebenso die etwas direktere Methode mit Hilfe der Knotenadmittanzmatrix. Für die Auflösung des linearen Gleichungssystems wird heutzutage der L-U-Dekomposition und der Bi-Faktorisierung der Vorzug gegeben, weil diese Methoden gegenüber der Matrix-Inversion und der traditionellen Gaußschen Elimination bei grosser Knotenzahl weit weniger Rechenaufwand benötigen. Zur Behandlung von häufig vorkommenden nichtlinearen Gleichungssystemen verwendet man vorwiegend das *Newton-Raphson*-Verfahren. Neue Integrationsverfahren basieren mehrheitlich auf Arbeiten von Gear und benutzen Polynom-Approximationen.

2. Unterstützung von Entwicklung und Prüfung digitaler Baugruppen durch Netzwerk-Simulation mit CAPS

M. Müller, GenRad, Zürich

Caps (Computer Aided Programming Software) ist ein Software-Paket, welches die Simulation von komplexen logischen Schaltungen auf einem Prozessrechner gestattet. Ausgehend von einer einfachen, benutzerfreundlichen Netzwerkbeschreibung (die Daten vieler IC sind abgespeichert) wird im Zusammenhang mit einem vorgegebenen Muster von Eingangssignalen eine Zustandstabelle (zeitabhängig) erstellt. Diese Tabelle dient einerseits zur Beurteilung des Schaltungsentwurfs, bevor Prototypen existieren und kann später zur Prüfung und automatischen Fehlersuche bei produzierten Baugruppen eingesetzt werden.

Ausser der Funktion einer fehlerfreien Schaltung kann der Caps-Simulator auch fehlerbehaftete Schaltungen analysieren. Durch Fehlersimulation ist es möglich, eine Prozentaussage über entdeckbare Fehler zu machen und eine objektive Qualitätsangabe über das Prüfprogramm zu vermitteln. Das Prüfprogramm kann somit einem geforderten Qualitätsstandard angepasst werden.

Von grosser Bedeutung ist die Unterstützung, welche Caps bei der Diagnose von fehlerhaften Prints gewährt. Durch entsprechende

Anweisungen des Rechners an das Prüfpersonal gelangt das System nach ausgeführten Zusatzmessungen zu einer präzisen Fehlerdiagnose. Die Prüfung komplizierter Baugruppen kann auf diese Weise von angelerntem Personal durchgeführt werden.

Caps ist somit ein Werkzeug, welches in den verschiedensten Bereichen (Entwicklung, Produktion, Prüfung) zur Herstellung von komplexen elektronischen Schaltungen eingesetzt werden kann.

3. Calcul des tolérances et centrage des filtres LC passifs

J.P. Moinat, EPFL

Am Beispiel von LC-Ladder-Filtern wird gezeigt, wie mit Hilfe einer speziellen Entwurf-Methode die Toleranzen der einzelnen Elemente verglichen mit dem klassischen Entwurf («Equal Ripple» im Sperr/Durchlassbereich) erhöht werden können. Es wird auf ein berechnetes «Design Center» und nicht auf die Nominalwerte abgeglichen. Dazu ist das Toleranzfeld eines Filters, bestehend aus n Elementen, durch einen n -dimensionalen Bereich E zu beschreiben. Im Ursprung des Bereiches befindet sich der Nominalwert jedes Elementes, auf jeder der n Achsen durch den Ursprung ist der Toleranzbereich des entsprechenden Elementes abgemessen. Innerhalb des Bereiches E kann dann ein Unterbereich definiert werden, welcher alle akzeptablen Lösungen enthält. Es ist nun möglich, alle Toleranzen in rechtwinklige Komponenten zu zerlegen, so dass der gesamte akzeptierbare Bereich durch ein n -dimensionales Parallelepiped dargestellt wird, welches innerhalb des definierten Unterbereiches liegt und mindestens einen Eckpunkt auf dessen Hülle hat. Die Zentrierung besteht anschliessend darin, die Werte der Elemente so zu variieren, dass das grösstmögliche Parallelepiped entsteht und damit die Toleranzen maximal werden.

In der Schweiz zugängliche Mehrzweckprogramme

Tabelle I

| Merkmale | ASTAP | CORNAP | LISA | SIMELEC | SCEPTRE | SPICE 2 |
|----------------------------|-------|--------|------|---------|---------|---------|
| Topologische Limiten | | | | | | |
| Knoten | n | | 50 | 1050 | 300 | n |
| Zweige | n | 70 | 125 | 1000 | 300 | n |
| Analysenarten | | | | | | |
| DC | x | | x | x | x | x |
| AC | x | x | x | x | (x) | x |
| Transient | x | x | x | x | x | x |
| Sensitivität | | | x | x | (x) | x |
| Monte Carlo | x | | | x | x | |
| Temperatur | | | | | | x |
| Ausfall | x | | | | | |
| Worst Case | | | | | (x) | |
| Nichtlinearitäten | x | | | x | x | x |
| Halbleitermodelle | x | | | x | | x |
| Teilschaltungen | x | | | x | | x |
| Aufruf von Unterprogrammen | x | | | | | |
| Parametermodifikation | x | | x | x | x | |
| Topologische Änderungen | | | x | | | |
| Vierpolparameter | x | | x | | | |
| N-Port-Parameter | | | x | | | |
| Übertragungsfunktionen | | x | x | | (x) | x |
| Pole, Nullstellen | | x | x | | | |
| Rauschen | | | x | | | x |
| Tabellenbearbeitung | x | | | x | x | |
| Fourieranalyse | | | | x | | x |

n: nur vom verfügbaren Speicherplatz abhängig

(x): nur beim Programm SUPER SCEPTRE vorhanden

Mit diesem «Design Centering» konnte man die Elementtoleranzen im Vergleich mit der klassischen Entwurfsmethode verdoppeln bis verdreifachen. Die Kosten für die Dimensionierung eines Bandpasses 5. Ordnung betragen ca. Fr. 360.-.

4. Praktischer Einsatz des Analyse-Programms CORNAP: Elektronisch kompensierter Stromwandler

R. Hausegger, Landis & Gyr AG, Zug

Der Entwurf eines elektronisch fehlerkompensierten Stromwandlers soll die praktische Anwendung des Analyseprogramms CORNAP demonstrieren. Cornap beruht auf der Methode der Zustandsvariablen und dient zur Analyse von linearen analogen Schaltungen im Frequenz- und Zeitbereich. Die Einfachheit der Programmierung gab Cornap den Vorzug gegenüber anderen Analysenprogrammen. Die Netzwerktopologie und die Werte der Elemente werden separat eingegeben. Ein beträchtlicher Aufwand wäre nötig, um die gegebene Schaltung analytisch zu berechnen. Der Computer findet eine schnelle Lösung durch Iteration. Ein detaillierter «Output» (Tabellen, Graphik) beschreibt das Übertragungsverhalten des Systems. Die Simulation der Frequenzgänge benötigt 15 s Rechenzeit, die Kosten betragen dabei Fr. 18.-.

5. Rechnergestützter Entwurf von Leiterplatten

K. Stark, Hasler AG, Bern

Die Notwendigkeit, den Entwicklungsaufwand für Leiterplatten zu komplexen elektronischen Systemen in akzeptablen Grenzen zu halten, verlangt heute den Einsatz von CAD-Anlagen (Computer Aided Design). Das beschriebene CAD-System ermöglicht eine weitgehend automatisierte Entwicklung von Leiterplatten, vorab der Photomasken und der Steuerdaten für die Bohrmaschine.

Das PPLS (Printed circuit Pattern Layout System) kann heute für den Entwurf von ein- und zweiseitigen Printplatten verwendet werden. PPLS optimiert, ausgehend von einer eingegebenen, guten Startposition, die Platzierung der IC nach dem Prinzip der minimalen gesamten Leiterlänge. Die Eingabe erfolgt mittels einer problemorientierten Spezialsprache. Im wesentlichen sind Angaben über Plattengeometrie, Komponenten (Art, Platzierung), Anschlußspezifikationen (Stecker) und die Signalliste (Pin-Pin) einzugeben. Der gerechnete Print-Entwurf wird auf einem Printer oder Plotter ausgegeben, dazu eine Liste nicht gefundener Verbindungen. Diese Verbindungen sowie Korrekturen und allfällige Ergänzungen sind danach auf einer graphischen Datenverarbeitungsanlage durchzuführen. Zu diesem Zweck wurde ein spezielles, sog. Mutationsverfahren entwickelt.

Das nachfolgende Beispiel bezieht sich auf folgende Leiterplatte:

| | |
|--|------------------------|
| Plattengröße | 254 × 264 mm (2seitig) |
| Anzahl IC | 63 (84 Plätze) |
| Benutzte Steckerpunkte | 105 (128 Punkte) |
| Normierte Anordnung des IC-Rasters und der Speisevermaschung | |

Resultat

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Anzahl Verbindungen total | 743 |
| Anzahl fehlende Verbindungen | 17 |
| Realisierte Verbindungen in Prozent | 97,7 % |
| Belegungsdichte | 72,6 % |
| Rechenzeit ca. | 1 h |

Bezüglich der Rechenzeit kann noch ergänzt werden, dass ca. 95 % der Verbindungen bereits in den ersten 10 min realisiert werden. Die Einsparungen mit PPLS betragen bei den Kosten und beim Zeitaufwand je etwa 30 %, verglichen mit dem manuellen Entwurf des obigen Beispiels.

6. Dokumentationserstellung mit EDV-Unterstützung

U. Hänseler, Contraves AG, Zürich

Die Anwendung des Computers im Konstruktionsbüro zur Erstellung der Dokumente von Leiterplatten und von Verdrahtungsunterlagen wurde kurz illustriert.

Die Leiterplatten werden mehrheitlich von Hand, aber auch computerunterstützt (PPLS) entworfen, wobei die grosse Schaltungsdichte das Hauptproblem darstellt. Danach ergibt im Gegensatz zur herkömmlichen Dokumentation (Zeichnung) ein Magnetbandfile das «Original». Diese nun erstellte Dokumentation (Datenerfassung) bildet auch die Grundlage für die Fabrikationsunterlagen, also Ätzvorlagen, Lötstoppsmasken, Siebdruckfilme und Bohrvorlagen. Der gesamte Datensatz für eine Leiterplatte ist jederzeit zugänglich und modifizierbar.

Das «Quest»-Computersystem zur Erfassung, Verarbeitung und Ausgabe der graphischen Daten umfasst verschiedene Arbeitsplätze, die mit Prozessrechnern und umfangreicher Peripherie wie Graphicdisplay, Printer und Plotter ausgerüstet sind. Diese Arbeitsplätze sind allen Konstrukteuren/Zeichnern zugänglich und ermöglichen insbesondere auch einen interaktiven Betrieb. Daneben gelangt eine «Coragraph»-Anlage mit zwei hochpräzisen, automatischen Zeichnungstischen zum Einsatz. Für den Bedienungskomfort sorgt eine spezielle Software.

Komplizierte Verdrahtungsunterlagen umfassen Zeichnungen und Listen. Zeichnungen können unter Benützung einer «Makrobibliothek» schnell angefertigt werden. Elektrische Verbindungen sind ab Schema dem Computer einzugeben, welcher darauf die Sortierung übernimmt und fertige Verdrahtungslisten ausdruckt.

H. Bächler, ETHZ