

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 72 (1981)

**Heft:** 7

**Artikel:** Die Entwicklung der semicustom-integrierten Schaltungen in den USA

**Autor:** Camenzind, H. R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-905095>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die Entwicklung der semicustom-integrierten Schaltungen in den USA

Von H.R. Camenzind

## 1. Der Anfang

Semicustom-integrierte Schaltungen (sS) wurden 1965 erstmals auf den Markt gebracht. Die ersten Schaltungen von Molecro (diese Firma existiert nicht mehr) und Texas Instruments hatten nur wenige Elemente, so dass die Möglichkeit, verschiedene Schaltkreise auf einem Chip zu realisieren, sehr gering war.

1967 entwickelten Fairchild, Sylvania, Motorola und Raytheon ähnliche, aber etwas grössere Schaltungen, die aber nicht erfolgreich waren. Diese Firmen verliessen das Gebiet zwischen 1969 und 1975 aus zwei Gründen: weil die Schaltungen zu wenig Elemente hatten und weil die Hersteller fanden, dass solche sS wesentlich mehr Ingenieurzeit beanspruchten als der Verkauf von Standard IC.

## 2. Spezialisierte Firmen

Entgegen dieser Strömung wurde Interdesign als Spezialhaus für sS 1970 gegründet. Mitte 1971 stellte die Firma die erste lineare Schaltung, genannt «Monochip», vor. Die Dimensionen der integrierten Komponenten waren damals bereits so klein, dass 200 auf einem Chip angeordnet werden konnten. Mit der Vielzahl der Komponenten konnte eine wesentlich grössere Anzahl verschiedener Schaltungen entworfen werden. Interdesign war auch die erste Firma, die alles notwendige Material offerierte, so dass der Kunde seine Schaltung selber entwickeln konnte. Um eine Schaltung auf dem Monochip zu entwickeln, brauchte ein Ingenieur nicht mehr ein Spezialist in integrierten Schaltungen zu sein; er konnte spezielle, integrierte Komponenten für die Entwicklung verwenden, die alle Streueffekte simulierten. Danach brauchte er nur noch die Verbindungen auf einem Plan des Monochips zu skizzieren.

Interdesign erweiterte die Reihe der Monochips bald mit Chips von grösserer und geringerer Komponentenzahl, so dass dem Entwickler eine optimale Chipgrösse zur Verfügung stand.

International Microcircuits, eine kleine Firma, die sich auch in sS spezialisiert, brachte 1974 eine Reihe von digitalen Chips im CMOS-Prozess heraus. Später folgte die Firma Exar, die in der Zwischenzeit die linearen Schaltungen von Interdesign übernommen hatte, mit den ersten I<sup>2</sup>L sS, auf denen lineare und digitale Funktionen kombiniert werden konnten. Ferranti und Plessey in England entwickelten sS für das bipolare Digitalgebiet.

## 3. IBM

Unabhängig von diesen Entwicklungen begann IBM sS in Computern zu verwenden. In grossen Computern ist ein Verändern der Komponentenzahl von wesentlicher Bedeutung. Werden mehrere Standard IC in grösseren IC zusammengefasst, dann wird nicht nur die Zuverlässigkeit erhöht, sondern es werden auch die Abmessungen verkleinert, was die Geschwindigkeit des Computers erhöht. Um dies zu erreichen, sind einige hundert speziell entwickelte IC notwendig. Ein derartiger Entwicklungsaufwand ist kostspielig, selbst für grosse Computererzeuger. Aus diesem Grunde verwenden sowohl IBM als jetzt auch die meisten andern Hersteller von

621.3.049.77;

Computern in steigendem Mass sS. Solche Chips wurden speziell für hohe Geschwindigkeiten entwickelt. Ein gutes Beispiel dafür ist Amdahl. Das Grundelement für den 470 V/6 Computer ist ein semicustom ECL Chip mit 100 Gattern. Der gesamte Computer benötigt 2000 dieser IC mit 102 verschiedenen Verdrahtungsmasken. Die Produktion einiger dieser Schaltungen wurde an Halbleiterfirmen vergeben. Dadurch wurde die sS-Idee bei den grossen Herstellern wieder populär, und diese sind in den letzten Jahren wieder in das sS-Gebiet eingestiegen.

Trotzdem stellt man gegenwärtig einen grossen Unterschied zwischen den grossen Firmen und den kleineren, spezialisierten Herstellern fest. Ein sS in Produktion zu bringen erfordert immer noch einen grossen Aufwand. Aus diesem Grunde sind die grösseren Hersteller nur an Projekten mit grossen Produktionsstückzahlen interessiert. Bei einigen Firmen wird sogar das sS-Programm nur etablierten Grossabnehmern angeboten.

## 4. Entwicklung mittels Computer

Der Computer hat schon seit Jahren einen grossen Einfluss auf die Entwicklung von digitalen IC. Die hohe Präzision, die heute notwendig ist, kann nur noch mit computergesteuerten photographischen Maschinen erreicht werden; die Anordnung und Verbindung der Elemente von Hand ist zu ungenau und bei komplizierten Schaltungen zu fehlerhaft.

Für sS wird sich der Einfluss des Computers bald sehr stark bemerkbar machen, so dass sich dieser Industriezweig wesentlich ändern wird. Heute ist der Grundentwurf der sS (ohne Leiterbahnen) im Computer gespeichert und wird dann auf einem Bildschirm sichtbar gemacht. Die Leitermuster oft gebrauchter Logikfunktionen sind ebenfalls im Computer als Elemente gespeichert und können auf dem Grundentwurf beliebig angebracht werden. Was dann noch übrigbleibt, sind die Verbindungen zwischen den Logikzellen. Diese werden elektronisch von Hand auf dem Bildschirm eingezeichnet, während der Computer dafür sorgt, dass diese Linien die genauen Breiten und Abstände erhalten.

Diese Art der Herstellung einer sS hat aber den Nachteil, dass die Entwicklung wegen der hohen Kosten einer derartigen Computereinrichtung beim Halbleiterhersteller gemacht werden muss. Ausnahmen sind Kunden, deren Grösse eine eigene Einrichtung erlaubt, was z. B. bei Computerherstellern der Fall ist.

In den letzten Jahren wurde auf diesem Gebiet ein wesentlicher Fortschritt gemacht. Man ist jetzt so weit, dass ein Computer nach Eingabe des Logik-Schaltbildes eine solche Schaltung automatisch verdrahten kann. Solche Erfolge, bis jetzt noch vereinzelt und etwas unsicher, haben die Geschäftsaussichten der sS so erhöht, dass die meisten grossen Halbleiterlieferanten wieder in dieses Gebiet eingestiegen sind und verschiedene neue Firmen gegründet wurden.

Mit grossem Aufwand setzt sich jetzt auch Texas Instruments auf diesem Gebiet ein. Bis 1983 will die Firma ein System entwickelt und installiert haben, mit dem der Kunde in seiner

Firma die Logik in einen gemieteten Minicomputer eintastet. Die Schaltung wird dann automatisch analysiert, verdrahtet, mit einem Testprogramm versehen und auf einer Magnetscheibe gespeichert. Zwei bis vier Wochen nach Versand der Magnetscheibe nach Texas stehen Prototypen zur Verfügung. All das vollzieht sich ohne Mitwirkung eines Ingenieurs von Texas.

Eine ähnliche Anlage steht auch im Mittelpunkt der Pläne von United Technologies, die vor kurzem Mostek erworben hat. Eine separate Entwicklungseinrichtung in Colorado soll mit allen Entwicklungszentralen der Firma verbunden werden, so dass Ende 1981 Prototypen automatisch und innerhalb von zwei Wochen dort hergestellt werden können.

Es ist selbstverständlich, dass derartige Pläne der Halbleiterfirmen mit etwas Vorsicht angehört werden müssen. In der näheren Zukunft wird es immer noch nötig sein, dass ein Ingenieur dem Computer bei der Verdrahtung hilft. Zum Beispiel bleibt der Computer bei einer Schaltung mit 1000 Gattern und einer Ausnutzung von 80% beim letzten Prozent der Verbindungen stecken. Dieses muss von Hand fertiggestellt werden, oder man muss die Zellenanordnung umstellen und den Computer nochmals versuchen lassen. Wenn es aber möglich wird, eine hundertprozentige Verdrahtung automatisch innerhalb einer tragbaren Computerzeit herzustellen, könnten grosse Firmen den Gesamtmarkt beherrschen. Allerdings besteht die Frage, ob diese Firmen an kleinen Produktionsstückzahlen interessiert wären.

Dies ist der heutige Stand der digitalen sS, die ungefähr 50% der Produktion (ohne IBM) darstellen und in näherer Zukunft auf gegen 90% ansteigen werden.

## 5. Lineare Schaltungen

Für lineare sS ist die Situation völlig anders. Ein linearer IC muss auf der Komponentenebene entworfen werden. Obwohl es nicht notwendig ist, dass der Ingenieur ein IC-Spezialist ist, bedarf es doch eines Experten im linearen Schaltungsentwurf. Die Eigenart der linearen Schaltungen und die kleinere Komponentenzahl macht den Vorteil einer Entwicklung mit Hilfe des Computers zunichte; im Gegenteil, man kann die Verdrahtung eines linearen sS-Chips noch immer wesentlich schneller und besser von Hand machen. Aus diesem Grunde werden lineare sS in den nächsten Jahren weiterhin von kleineren, spezialisierten Firmen beherrscht werden.

## 6. Prozesse

Es besteht ein grosses Angebot an verschiedenen Prozessen, speziell für digitale sS. Der erste kommerziell erfolgreiche Prozess auf diesem Gebiet – und im Moment der verbreitetste – ist CMOS mit Metall Gate. Man kann aber mit Sicherheit sagen, dass dieser Prozess bald veraltet sein wird, da er zu langsam ist.

I<sup>2</sup>L war eine Enttäuschung. Obwohl dieser Prozess es möglich macht, lineare und digitale Schaltungen auf einem Chip zu kombinieren, hat er den Nachteil, dass er langsam und teuer ist.

Interessante neue Prozesse sind oxydisolierte CMOS, Abänderungen von I<sup>2</sup>L (zum Beispiel ISL von Signetics und isoplanar I<sup>2</sup>L von Fairchild), und zwei neue bipolare Prozesse von Texas Instruments. Im Moment sind alle diese Prozesse teurer als der gewöhnliche CMOS-Prozess, speziell wenn zwei verschiedene Metallebenen für die Leiterbahnen verwendet werden. Sie stehen aber noch am Anfang ihrer Entwicklung.

## 7. Anwendungsbereich von sS

Ein Grossteil der Ingenieure glaubt immer noch, dass sS in der Produktion gegenüber Standardkomponenten und Kundenschalungen teurer sind, weil sie den Chipinhalt schlecht ausnützen. Dies ist in den meisten Fällen nicht korrekt. Die gebrauchte Chipoberfläche ist nur einer der vielen die Kosten bestimmenden Faktoren. Besteht eine ganze Serie von sS in verschiedenen Grössen, was heute der Fall ist, kann die gebrauchte Oberfläche durch Chipwahl so optimiert werden, dass ein speziell entwickelter Chip kaum kleiner ist.

Viel wichtiger ist ein Vergleich von Entwicklungskosten, -aufwand, -zeit und Risiko. Die Entwicklung eines völlig neuen IC ist ein viel grösseres Unternehmen, als man sich allgemein vorstellt, und bringt ein grosses Risiko mit sich. Ungefähr die Hälfte solcher Entwicklungen wird aufgegeben, vom Rest brauchen etwa 80% wesentlich länger als geplant, und mehr als 90% müssen nach der ersten Prototypfabrikation korrigiert werden. Manche kleine Firma ist wegen Problemen mit Kundenschalungen dem Bankrott nahe gestanden.

Wenn möglich sollte man zuerst eine sS entwickeln und dann später, wesentlich später, wenn das Produkt in der Produktion sicher läuft und keine Änderungen mehr notwendig sind, die Entwicklung eines speziellen IC erwägen. In vielen Fällen wird dieser Zeitpunkt nie erreicht, obwohl es die Produktionsauflage erlauben würde. Es gibt immer Änderungen, die nicht geplant waren. Solche Änderungen sind mit einer sS leicht durchzuführen. Einen Spezialchip hingegen muss man auch für die kleinste Änderung von Grund auf berichtigen und dazu eine neue Diffundierungsreihe einleiten.

Offen bleibt immer noch die Frage, ob man ein semicustom Chip entwickeln oder einfach Standard IC verwenden soll. Der häufigste Grund für die Entwicklung von sS ist die Platzersparnis. Ein semicustom Chip kann eine ziemlich grosse gedruckte Schaltung mit Standard IC und anderen Komponenten in einem einzigen IC zusammenfassen. Wenn man einen der älteren Prozesse verwendet, ist es auch ziemlich sicher, dass das semicustom Chip preisgünstiger ist. Man muss sich aber damit abfinden, dass die Entwicklung einer sS mehr kostet und längere Zeit beansprucht. Die Mehrkosten liegen zwischen \$ 2800 und \$ 30000, die zusätzliche Zeit 6 bis 12 Wochen.

Bei der Wahl des Herstellers der sS ist es nicht sehr wichtig, ob dieser seine eigenen Wafers diffundiert – im Gegensatz zu andern IC. Bei sS kann man leicht die Wafers vordiffundieren, metallisieren und dann lagern. So kann eine kleinere Firma Wafers in wenigen grösseren Produktionsmengen billiger kaufen, als wenn sie selbst eine Diffusionslinie hätte. Produktionsprobleme und Technologieänderungen fallen in dieser Beziehung aus. Es ist jedoch wichtig, dass die Firma selber das Metall ätzen und die Schalungen testen kann.

## 8. Markt und Lieferanten

Der Markt für sS in den Vereinigten Staaten wird für 1980 ohne IBM auf 32 Mio Dollar geschätzt. Mit IBM steigt diese Zahl auf mehrmals 100 Mio Dollar. Total gibt es heute 16 Lieferanten von sS. Man nimmt an, dass der Verkauf solcher Schalungen in den nächsten Jahren wesentlich ansteigen wird, speziell im digitalen Gebiet. Für 1985 wird der Markt auf 250 Mio Dollar geschätzt.

### Adresse des Autors

Hans R. Camenzind, 166 Hawthorne Avenue, Los Altos, Ca. 94022 USA.

# MICAFIL

## Kapazitive Spannungswandler

- für schnelle Netzschutz-Systeme
- für höhere Betriebssicherheit

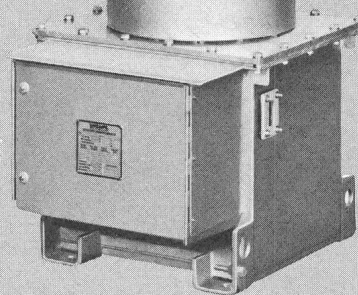
Micafil-Spannungswandler zeichnen sich aus durch ihre Zuverlässigkeit bei der Speisung des schnellen, statischen Netzschutzes – nicht zuletzt dank dem bewährten Einsatz von Elementen der Leistungselektronik.

Über 9000 Micafil-Spannungswandler von 73 ... 800 kV sind weltweit in Betrieb.



Micafil AG  
Abt. Kapazitive Spannungswandler 8048 Zürich

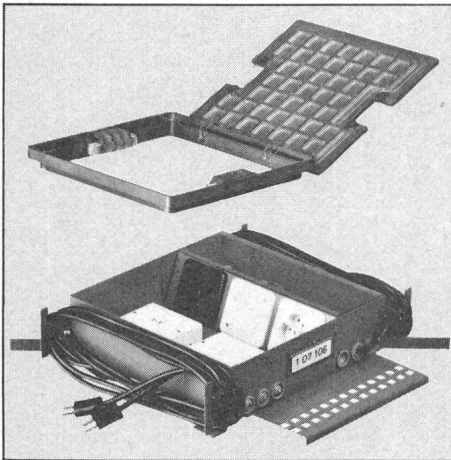
Dokumentieren Sie sich durch Anforderung der Unterlagen:  
Telefon 01-62 52 00



**Oft erinnert man sich nach der Montage nicht mehr an sie – weil sie so problemlos sicher sind!**

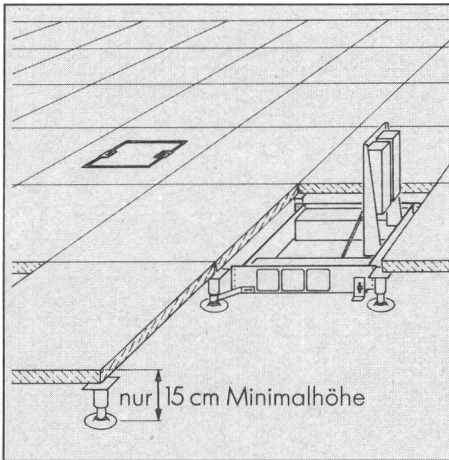
# Hohlboden-Installations-System

für zukunftssichere Starkstrom- und Schwachstrom-Installationen



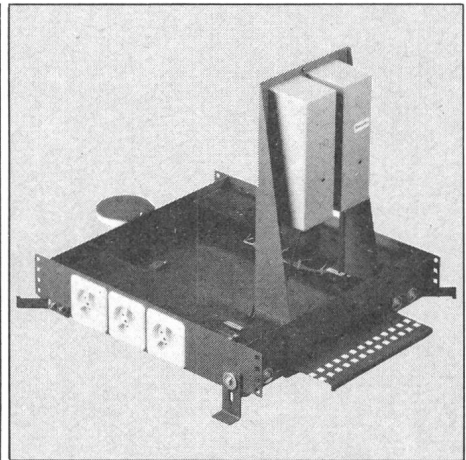
## Anschlusskasten

für die Montage auf dem Zementboden oder in einer Hohlbodenplatte, mit Rahmen und Deckel, mit Kabeln zum Einstecken am Verteilkasten



## Anordnung

Verteilkasten im Zentrum, Anschlusskasten darum herum plaziert, individuelle Anpassung an die Bedürfnisse, geringer Aufwand bei Änderungen



## Verteilkasten

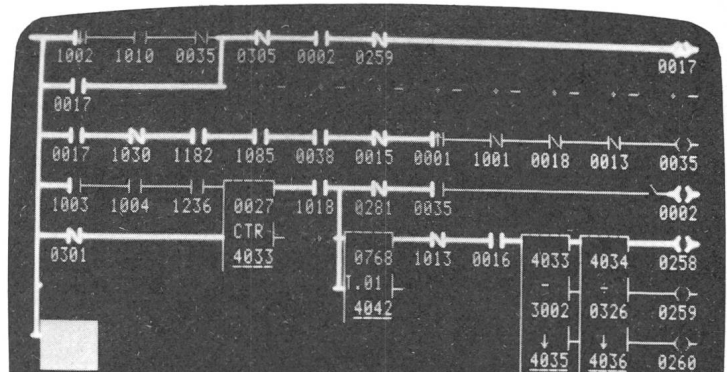
für die Montage auf dem Zementboden unter einer Hohlbodenplatte Telefon- und Schwachstromkasten zum Anschliessen hochstellbar

**OSKAR WOERTZ BASEL** 

Fabrik elektrotechnischer Artikel CH-4002 Basel  
Eulerstrasse 55 Telefon 061-23 45 30 Telex 63179

## Die feine Art Steuerungen zu programmieren

ON- oder OFF-LINE  
7\*10 Kontakte +  
7 Ausgänge pro Netzwerk  
Simulation aller Ein- und Ausgänge  
Realtimeanzeige von:  
E/A Zuständen und Datenregister  
Stromflussanzeige im ganzen Netzwerk  
Modbuskompatible  
Schemaausdruck bei der Anlage  
Programmarchivierung mit Kassetten



NET# USED REF > 1010 0035 0002 4034 4035 4036  
0127 0392 VAL > D ON OFF ON 206 027 631

## Speicherprogrammierbare Steuerungen von MODICON zeichnen sich aus durch:

- ★ grösste Flexibilität
- ★ hohe Zuverlässigkeit
- ★ Logik-, Daten-, Matrix-, Text-, Zeit-, Zähl- und Rechen-Funktionen
- ★ verschiedene Bauformen (auch 19")
- ★ Digital- und Analogsignale
- ★ Servicefreundlichkeit
- ★ weltweite Serviceorganisation
- ★ Workshops und Seminare durch uns
- ★ leicht verständliche Programmiersprache
- ★ industrieller Datenbus "MODBUS"
- ★ über 15.000 Systeme im harten Einsatz!

**MODICON**  
THE PROGRAMMABLE CONTROLLER COMPANY

**GHIEMMETTI**

Telex 34 176  
Telefon 065 22 43 41

wo Zuverlässigkeit entscheidet

Neu: Servicestelle Ostschweiz in Heerbrugg!  
**4501 SOLOTHURN/SCHWEIZ**