

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: Erfahrungen mit semicustom-integrierten Schaltungen

Autor: Vollenweider, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-905094>

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>

Bei gehäuteten IC wird heute zunehmend Wert auf eine Vorbehandlung gelegt [6]. Bei Hybridschaltungen für professionelle Anwendungen ist diese seit langem üblich, wobei häufig ein dynamischer statt eines statischen Burn-in angewandt wird.

Mit Schaltungen, die gemäss [1] vorbehandelt wurden, wurden Lebensdauertests durchgeführt. Die Komplexität der getesteten Schaltungen geht aus Tabelle II hervor. Die Ergebnisse in Tabelle III zeigen, dass eine sehr geringe Ausfallrate erreicht wird.

Komplexität der getesteten Schaltungen

Tabelle II

Typ	Komplexität
1) Integrator	4 Widerstände 0,05 %, 3 Kondensatoren, 1 IC
2) Rauschgenerator	11 Widerstände, 10 Kondensatoren, 4 IC
3) Relaisstreiber	24 Widerstände, 6 Kondensatoren, 1 IC 18 Transistoren

Ergebnisse des Lebensdauertests bei

110 °C Umgebungstemperatur und normalem Betrieb

Tabelle III

Typ	Bauelementestunden	Bauelementestunden bezogen auf Einzelbauelement	Ausfälle
1)	82 422	659 376	0
2)	21 880	547 000	0
3)	5 700	279 300	0
Summe	110 002	1 486 106	0

5. Ausblick

Die Technologie der Hybridschaltungen ist eine ausgereifte Technologie, bei der aber durch stetige Weiterentwicklung höhere Packungsdichte, bessere technische Daten und bessere Konkurrenzfähigkeit erreicht werden. Heute schon beginnt die Dickfilmtechnik – zumindest bei grösseren Serien – die Leiterplattentechnik zu konkurrenzieren. Dadurch wurden Entwicklungen ausgelöst, die allgemein die Attraktivität der Hybridtechnik vergrösserten. Die Hybridtechnik stellt, was Packungsdichte und Entwicklungskosten betrifft, einen Mittelweg zwischen Leiterplattentechnik und monolithischer Technik dar [7]. Damit kann sie die Vorteile beider Technologien in einem gewissen Mass miteinander verbinden. Als Konsequenz wird die Bedeutung der Hybridtechnik in Zukunft noch zunehmen.

Literatur

- [1] K. Osswald und E. Stein: Kundenspezifische Schaltungen in Hybridtechnik. Technische Möglichkeiten, wirtschaftliche Überlegungen und Anwendungen. *Elektroniker* 18(1979)10, S. EL 1...EL 8 + Nr. 11, S. EL 7...EL 11.
- [2] G. Zinsmeister: Materials and applications for thin films in hybrid microelectronics. *Electrocomponent Science and Technology* 6(1980)3/4, p. 209...214.
- [3] D. Erickson: Chip placement systems for hybrids. *Electronic Packaging and Production* 20(1980)2, p. 50...54 + 58...60.
- [4] A. Saffa: Remarks on wire and die bonding for hybrid circuits. *Electrocomponent Science and Technology* 4(1977)3/4, p. 157...161.
- [5] W. D. McKee and R. F. Unger: Hybrid circuit reliability improvement via automation. *International Microelectronic Conference, Anaheim 1977*; p. 190...192.
- [6] A. Birolini: Das Zentrum des SEV für die Evaluation und Kontrolle elektronischer Komponenten – Aufgaben und Aufbau. *Bull. SEV* 70(1979)21, S. 1173 bis 1177.
- [7] E. Stein: Chances for hybrid microelectronics in a VLSI world. *Fourth European Conference on Electronics, Stuttgart, 24...28 march 1980. Eurocon '80, Preprints* 4(1980), p. 98...102.

Adresse des Autors

Erich Stein, Contraves AG, Schaffhauserstrasse 580, 8052 Zürich.

Erfahrungen mit semicustom-integrierten Schaltungen

Von W. Vollenweider

621.3.049.77;

Semicustom-integrierte Schaltungen (sS) haben sich in einigen Fällen als sehr nützliche Bauteile erwiesen, die es ermöglichen, gleichzeitig preisgünstige, kleine und technisch hochstehende Geräte in mittleren Serien herzustellen. Sie würden sich eigentlich für einen wesentlich häufigeren Einsatz eignen, als dies heute geschieht. Der nachfolgende Beitrag soll mithelfen, dem Entwicklungsingenieur einige Besonderheiten der sS näherzubringen.

Dans quelques cas, les circuits intégrés en version semi-custom se sont avérés être des composants très utiles, qui permettent de fabriquer, en moyennes séries, des appareils à la fois petits, de haut niveau d'intégration, à un coût avantageux. Ils pourraient être utilisés plus souvent qu'actuellement. Le présent exposé donne aux ingénieurs des bureaux d'études des indications sur quelques précieuses particularités de ces circuits.

1. Massgebende Punkte bei der Anwendung von semicustom-integrierten Schaltungen

Von den Herstellern von semicustom-integrierten Schaltungen (sS) werden vor allem die preislichen Vorteile, aber auch die Sicherheit vor unerlaubtem Nachbau ins Feld geführt. Daneben sind eine Reihe anderer Faktoren von Bedeutung; auch Nachteile sind zu erwähnen. In Tabelle I sind einige Punkte aufgeführt, die einen Einfluss auf das Gelingen oder Misslingen eines Projektes haben können. Ein praktisches Beispiel soll einige dieser Punkte erläutern:

Der Verteiler-IC im Handsprechfunkgerät SE 20 muss ein Signal zwischen 0,1 und 18 MHz durch 4 teilen und ein TTL-kompatibles Signal für den einstellbaren Teiler liefern. Die

Grenzfrequenz muss also minimal 18 MHz betragen; zudem sollte die Stromaufnahme möglichst klein sein. Aus Figur 1, in der die Grenzfrequenz und die Stromaufnahme einiger handelsüblicher Teilerschaltungen aufgetragen ist, ersieht man, dass kein IC die optimalen Eigenschaften für die vorgesehene Anwendung aufweist. Entweder ist, wie bei CMOS, die garantierte Grenzfrequenz zu tief oder die Stromaufnahme ist, wie bei LS-TTL, zu gross.

Angeichts dieser Sachlage wurde beschlossen, eine sS zu entwickeln, die eine optimale Kombination von Stromaufnahme und Grenzfrequenz aufweist. Es wäre naheliegend gewesen, die Schaltung auf einem bipolaren, für Digitalanwendungen vorgesehenen Chip aufzubauen. Allerdings hätte nur

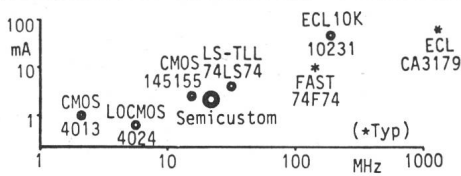


Fig. 1 Garantiewerte von Stromaufnahme und oberer Grenzfrequenz einiger handelsüblicher Teilerschaltungen

ein winziger Teil eines grossen und teuren Chips ausgenützt werden können. Deshalb wurde ein für lineare Anwendungen vorgesehener Chip gewählt, und es wurden zwei Teilerstufen, die der in Figur 2 gezeigten Schaltung entsprechen, verwendet.

Für kleinere Logikschaltungen haben sich lineare Chips auch schon in anderen Fällen bewährt. Allerdings stehen verhältnismässig wenig Elemente zur Verfügung. Die Teilerschaltung, die aus zwei Flipflop, einem Eingangverstärker und einigen kleinen Hilfsschaltungen besteht, füllt denn auch den verwendeten Chip vollständig aus.

2. Entscheid zwischen sS und Standardschaltung

Die technische Zwangslage, die für das Entstehen der erwähnten Teilerschaltung verantwortlich war, ist typisch für die meisten der bei Autophon entwickelten sS. Ein solcher Sachzwang ist für den Ingenieur natürlich bequem, da er dabei nur technische und nicht wirtschaftliche Probleme zu lösen hat. Sobald jedoch der Entscheid, ob eine sS entwickelt werden soll, nur von deren Preis im Vergleich zu einer konventionellen Lösung abhängt, ist er sehr viel schwerer zu fällen. Man könnte als Faustregel angeben, dass eine sS ungefähr viermal teurer als eine gleich komplexe Standardschaltung ist. Die sS wird sich dann lohnen, wenn in der konventionellen Variante viele kleine, niedrigintegrierte Schaltungen verwendet werden müssen. Dagegen lohnt es sich sicher nicht, RAMs oder vierfache Operationsverstärker durch sS zu ersetzen.

Leider ist es ohne viel Erfahrung nicht möglich, die Kosten einer sS zuverlässig abzuschätzen, bevor die Schaltung fertig entwickelt ist. Die Hersteller von sS sind aber gerne bereit, Projekte im Anfangsstadium zu begutachten und mitzuhelfen, Entscheidungsgrundlagen zu erarbeiten. Neben dem offensichtlichen Interesse, den potentiellen Kunden möglichst früh zu bearbeiten, tun sie dies auch aus der Erkenntnis heraus, dass der Dialog zwischen Entwickler und Hersteller früh beginnen und intensiv geführt werden muss, um Schwierigkeiten in der Entwicklung und Produktion zu vermeiden. Damit erhebt sich für den zukünftigen Kunden sehr früh die Frage, welcher Lieferant seine Schaltung dereinst herstellen wird.

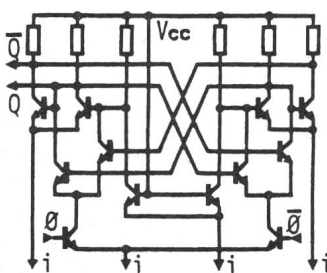


Fig. 2 ECL-Teilerstufe
ECL = Emitter coupled logic

3. Wahl des Herstellers

Es sind eine Reihe Firmen bekannt, die sS herstellen. Wenn eine Linear- oder CMOS-Schaltung geplant ist, ist die Auswahl gross und der Entscheid schwierig. Dabei müssen die meisten der in Tabelle I erwähnten Punkte berücksichtigt werden. Wichtig ist eine gute Zusammenarbeit mit dem Hersteller. Mit schweizerischen Lieferanten ist dies natürlich einfacher als mit amerikanischen Herstellern.

Linear- und CMOS-Schaltungen können unter Umständen auch bei einem *Zweitlieferanten* bezogen werden. Das bedingt aber, dass die Masken und das Prüfprogramm dort vorhanden sind. Im allgemeinen wird der Zweitlieferant dafür die vollen Initialkosten verlangen. Volle Liefersicherheit wird erst erreicht, wenn die Serielieferungen auf beide Hersteller aufgeteilt werden. Bei den Stückzahlen, in denen normalerweise sS bezogen werden, verteuert aber die Verkleinerung der Losgrösse die einzelne Schaltung ganz erheblich. In der Praxis dürfte es vernünftiger sein, auf den Zweitlieferanten zu verzichten und dafür einen Lagerbestand aufzubauen, der mindestens dem Bedarf eines halben Jahres entspricht. Im Notfall sollte diese Zeitspanne genügen, um Ersatz zu finden.

4. Kosten

Im Gegensatz zu reinen Kundenschalungen sind bei sS die Initialkosten zu Beginn einer Entwicklung bekannt. Einige Hersteller verfügen sogar über gedruckte Preislisten für die Initialkosten. Die Kosten liegen je nach Technologie und Grösse zwischen Fr. 3000.- und Fr. 40000.-. Gelegentlich sind Änderungen nötig, die zwischen Fr. 1500.- und Fr. 5000.- kosten.

Wenn über die Herstellung eines sS verhandelt wird, wird vom Lieferanten unweigerlich die Frage nach der zu produzierenden Stückzahl gestellt. Bei grossen Schaltungen wird vom Lieferanten eine Abnahmeverpflichtung über mindestens ca. 1000 Stück erwartet. Bei kleinen Schaltungen wird diese Zahl noch etwas höher liegen. Diese minimale Liefermenge ist üblicherweise billiger als die Initialkosten und sehr viel billiger als die gesamten Entwicklungskosten, so dass die Abnahmeverpflichtung in der Praxis nicht gross ins Gewicht fällt.

Massgebende Punkte bei der Anwendung von sS

Tabelle I

Wahl der Technologie Wahl des Lieferanten Zweitlieferant semicustom/full custom	} Grundsatzentscheide
Unterstützung bei Entwicklung Entwicklungszeit Initialkosten Versuchsschaltung Simulation Unterlagen	
Testen Zuverlässigkeit Preis von Serielieferungen Lieferform Lieferfrist Abnahmeverpflichtung	} Produktion

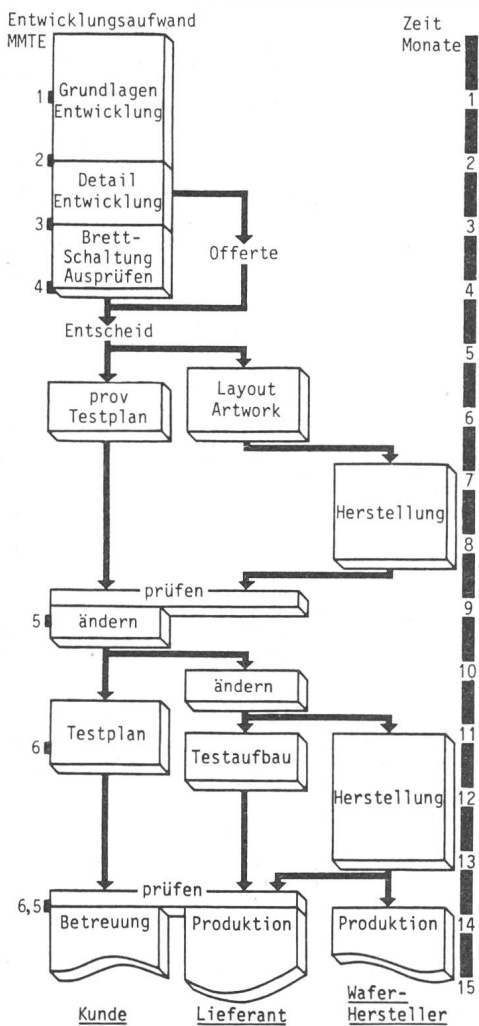


Fig. 3 Typischer Zeitplan für die Entwicklung einer sS
MMTE = Mannmonate

5. Entwicklung

Die Entwicklungszeit für eine sS, beginnend mit dem Grundsatzentscheid bis zur ersten Serielieferung, beträgt im allgemeinen ein halbes bis rund ein ganzes Jahr. Ein typischer Zeitplan ist in Figur 3 dargestellt.

Auch wenn Änderungen keine katastrophalen Auswirkungen haben, ist natürlich anzustreben, dass eine Schaltung auf Anhieb funktioniert. Die wichtigste Voraussetzung dazu ist ein sauberer Unterlagensatz, der beispielsweise aus Schemazeichnung, Prüfanleitung, Anschlussplan, Layout und Funktionsbeschreibung bestehen kann. Die Chancen steigen weiter, wenn anhand des definitiven Schemas ein Versuchsaufbau hergestellt wird. Für lineare Schaltungen stehen Versuchschips zur Verfügung, die beispielsweise 5 NPN-Transistoren enthalten. Die Versuchsschaltungen stimmen, mit Ausnahme der Grenzfrequenz und möglicher Schwingneigung, gut mit den integrierten Schaltungen überein. CMOS-Schaltungen können ohne grössere Schwierigkeiten mit Bausteinen der 4000-Serie aufgebaut werden.

Zusätzlich können Linearschaltungen auch auf dem Computer simuliert werden. Zumindest ein Hersteller bietet ein entsprechendes Programmpaket an. Nach eigenen Erfahrungen nützt aber eine derartige Simulation nicht viel.

6. Zuverlässigkeit

Von den Herstellern wird die gegenüber einem diskreten Aufbau verbesserte Zuverlässigkeit als wesentlicher Vorteil einer sS angepriesen. Eine sS ist andererseits aber nie gleich zuverlässig wie eine Standardschaltung. Ein semicustom Chip ist wesentlich grösser als der Chip einer vergleichbaren Standardschaltung. Dadurch steigt die Ausfallwahrscheinlichkeit. Es ist auch nicht möglich, sS gleich gut wie Standardschaltungen zu prüfen. Insbesondere bei komplizierten Digital-schaltungen ist es nicht einfach, gute Prüfprogramme zu schreiben. Man wird sich meistens damit begnügen müssen, mit vernünftigem Aufwand ein Programm zu schreiben, das einige Promille defekte Schaltungen nicht erkennt.

Auch wenn während der ganzen Entwicklungs- und Produktionsphase anscheinend alle Fehler ausgemerzt wurden, ist es doch möglich, dass im Schema, in der Maske oder im Prüfprogramm noch ein «Wurm» steckt. Bei einer Standardschaltung würde dieser Fehler gelegentlich entdeckt. Bei einer sS ist der dazu nötige Betreuungsaufwand nicht möglich. Leider verursachen solche versteckten Fehler häufig nicht sofort Totalausfälle, sondern führen später im Betrieb beispielsweise bei Extremtemperaturen zu Störungen.

Aus diesen Gründen ist es sicher vernünftig, eine sS als verhältnismässig unzuverlässiges Bauteil anzusehen. Man wird die sS deshalb mit Vorteil in Sockeln einbauen und in Serviceanleitungen gebührend berücksichtigen. Nach unseren Erfahrungen hält sich die Ausfallrate aber durchaus in vernünftigen Grenzen. Sie dürfte bei sS wesentlich kleiner sein als beispielsweise bei Schaltern oder Schalenkernen.

7. Zusammenfassung

- Semicustom-integrierte Schaltungen können bei einem Bedarf von ca. 1000 bis 100000 Stück eine preisgünstige Lösung darstellen.

- Die Entwicklung einer sS entspricht bezüglich Kosten und Zeitbedarf ungefähr der Entwicklung einer komplizierten Leiterplatte oder einer Dickfilmschaltung.

- Die für sS verwendeten Technologien sind dieselben wie für Standardschaltungen. Sie werden normalerweise vom Hersteller beherrscht, so dass die Entwicklung von sS nicht mit technologischen Risiken behaftet ist.

- sS unterscheiden sich wesentlich von konventionellen Lösungen. Es ist daher nötig, bereits zu Beginn einer Entwicklung den Grundsatzentscheid konventionelle Lösung oder sS zu fällen und gegebenenfalls eng mit dem Hersteller zusammenzuarbeiten.

Adresse des Autors

W. Vollenweider, Autophon AG, 4500 Solothurn.