Ein Signalprozessor der dritten Generation : TMS320C30

Autor(en): **Nestler, A.**

Objekttyp: **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): **79 (1988)**

Heft 17

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904077

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ein Signalprozessor der dritten Generation: TMS320C30

A. Nestler

Der TMS320C30 ist ein digitaler 32-Bit-Signalprozessor (DSP) der dritten Generation. Der vorliegende Beitrag zeigt die Fortschritte auf, die mit der neuen Chipgeneration verbunden sind. Es wird eine kurze Beschreibung der Architektur und des Befehlssatzes gegeben und insbesondere auch auf die Entwicklungsunterstützung hingewiesen, mit denen der Benützer rechnen kann.

Le TMS320C30 est un processeur numérique 32 bit de signaux (DSP) de la troisième génération. Cet article montre les progrès liés à la nouvelle génération de puces. Il décrit brièvement l'architecture et le répertoire des instructions et donne aussi des indications relatives à l'assistance au développement, avec laquelle l'utilisateur peut compter.

Adresse des Autors
Albert Nestler, Fabrimex AG
Kirchenweg 5, 8032 Zürich.

Seit dem Aufkommen der digitalen Signalprozessoren (Tab. I) sind die Anforderungen an Funktionsumfang und Geschwindigkeit laufend gestiegen. Bei der ersten Generation gab man sich noch mit 16-Bit-Daten, kleinen Adressräumen und Zykluszeiten um 200 ns zufrieden.

Die zweite Generation brachte grössere Adressräume, Zykluszeiten um 100 ns und eine Anzahl von Funktionen, die von den General-Purpose-Mikroprozessoren her schon bekannt waren. Die zunehmende Erfahrung in der praktischen Anwendung führte zur Formulierung der folgenden Wünsche an die dritte Generation: schnelle Verarbeitung von Gleitkommadaten, grosses Angebot von RAM- und ROM-Speichern auf dem Chip, Integration des DMA-Controllers und des Instruktions-Caches auf dem Chip, Verfügbarkeit einer höheren Programmiersprache. Diese Wünsche wurden beim Entwurf des TMS320C30 des neuesten[1] Signalprozessors von Texas Instruments berücksichtigt, wie die nachfolgende Beschreibung der wichtigsten Merkmale beweist.

Architektur

Die Architektur (Fig. 1) des TMS320C30 erlaubt, Gleitkomma-Operationen mit gleicher Geschwindigkeit wie Festkomma-Operationen auszuführen. Eine Pipeline-Struktur, welche einen hohen Grad an Parallelverarbeitung ermöglicht, erbringt eine Befehlszykluszeit von 60 ns. Der auf dem Chip integrierte DMA-Controller (Direct Memory Access-C.), die verschiedenen parallelen und seriellen Schnittstellen, sowie auf Registern basierende Architektur tragen ebenfalls zur Leistungsfähigkeit des TMS320C30 bei. Realisiert wurde der Chip in 1-µ-CMOS-Technologie; er enthält rund 695 000 Transistoren.

Die CPU (Fig. 2) enthält den Multiplizierer, der in einem Zyklus eine Fest- oder Gleitkommamultiplikation

[1] Der TMS320C30 ist als Muster bereits heute, in grösseren Stückzahlen ab Ende dieses Jahres erhältlich.

Signalprozessoren

Seit dem Aufkommen der Mikroprozessoren übt die elektronische Informationsverarbeitung ihre Wirkung auch auf die Kommunikationstechnik aus. Die speziellen Anforderungen der Signalverarbeitung führten zur Entwicklung von frei programmierbaren, mikroprozessorähnlichen Chips, die als Digitale Signalprozessoren (DSP) bezeichnet werden.

Ein DSP kann im Unterschied zum Mikroprozessor nur auf einer Wortbreite arbeiten, ist aber aufgrund des Pipelinings (spezielle Art der Parallelverarbeitung) schneller als ein Mikroprozessor. Seine Stärke ist die Ausführung von arithmetischen Operationen.

Die Hauptmerkmale des DSP lassen sich wie folgt beschreiben:
- Ein DSP verfügt über einen in der Hardware integrierten Multiplizierer.
- Das DSP-Design ist durch die Harvard-Architektur bestimmt.
- Der Instruktionssatz eines DSP ist auf Algorithmen der Signalverarbeitung, in der Regel auf Filterfunktionen, ausgelegt.

Signalprozessoren sind heute zunehmend in der Lage, auch allgemeinere Aufgaben zu übernehmen. Dies bedeutet, dass sich in Zukunft Mikroprozessoren und DSP immer ähnlicher werden.

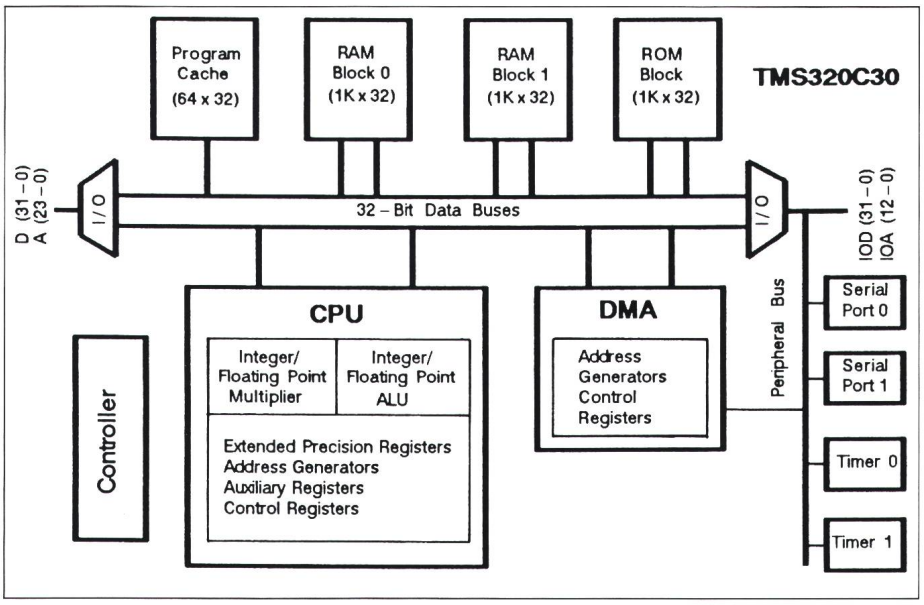
Tabelle I

ausführt. In den Multiplizierer können entweder 32 Bit lange Gleitkomma- oder 24 Bit lange Festkommadaten eingegeben werden. Die ALU (Arithmetic Logic Unit) führt während einer Zykluszeit 32-Bit-Festkomma-, 32-Bit-Logik- oder 40-Bit-Gleitkomma-Operationen inklusive einer Fest-Gleitkomma- bzw. Gleitkomma-Festkomma-Umwandlung aus. Die Ergebnisse des Multiplizierers und der ALU werden immer im 32-Bit-Festkomma- und 40-Bit-Gleitkommaformat ausgegeben. Die Barrel-Shifter können in einem Zyklus Daten um bis zu 32 Bit nach links oder rechts schieben. Das interne Bussystem der CPU erlaubt, in einem Zyklus Multiplikationen und Additionen mit vier Fest- oder Gleitkomma-Operanden parallel auszuführen. Die Architektur des TMS320C30 basiert auf 28 Registern, die universell einsetzbar sind. Zwei Adressgeneratoren mit je einer arithmetischen Einheit (ARAU) können in einem Zyklus zwei Adressen generieren; sie arbeiten parallel zum Multiplizierer und zur ALU.

Alle Daten werden in 32-Bit-Worten gespeichert. Die Adressen sind 24 Bit breit, womit Programm-, Daten- und Ein-Ausgabe-Bereiche innerhalb eines Adressbereichs von 16 Mega-Worten liegen. Auf dem Chip befinden sich zwei RAM-Blöcke mit je 1 K Worten und ein ROM-Block mit 4 K Worten. Ein 64-Wort-Instruktions-Cache erhöht die Leistungsfähigkeit beträchtlich. Es sind getrennte Programm-, Daten- und DMA-Busse vorhanden (Fig. 3), über welche die entsprechenden Operationen parallel ablaufen können. Die Verwaltung der Speichereinheiten ist Sache des Memory Controllers.

Der DMA-Controller kann Daten mit jeder Stelle im Speicherbereich ohne Beeinflussung der CPU austauschen, selbst mit langsamen externen Speichern und Peripherieelementen wie z.B. A/D- und D/A-Wandlern. Dazu ist der DMA-Controller mit einem eigenen Adressgenerator, Quellen- und Zielregister sowie einem Übertragungszähler ausgerüstet (Fig. 4).

Alle peripheren Module wie serielle Schnittstellen und Timer sind über den Peripheriebus mit dem System verbunden (Tab. II). Die zwei Timer sind als universelle 32-Bit-Timer/Ereigniszähler (eine der beiden Funktionen kann über die Software gewählt werden) ausgelegt. Die beiden seriellen Schnittstellen können für die verschiedensten Übermittlungsarten programmiert



Figur 1 Blockschema

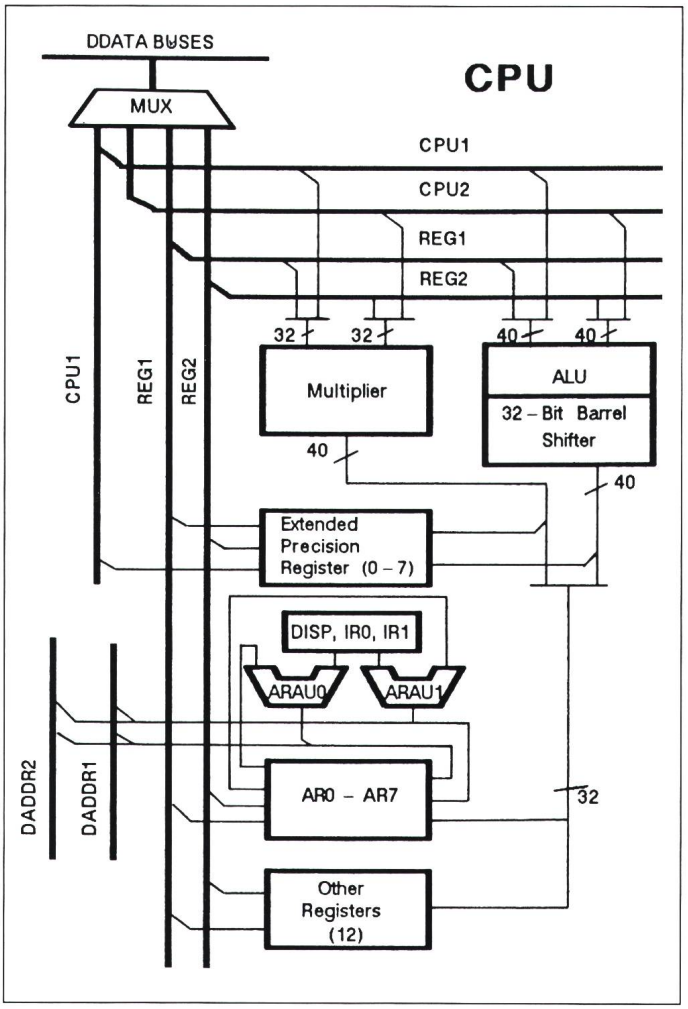
Figur 2
Central Processing Unit (CPU)

ARAU
Auxiliary Register Arithmetic Unit

AR
Auxiliary Register

DISP
Displacement

IR
Index Register



Periphere Module

Beim TMS320C30 sind folgende peripheren Module an den Peripherie-Bus, bestehend aus Daten- und Adressbus, angeschlossen:

Serial Port 0 mit den Registern:
- Global Control Register
- Clock Divide Register
- Transmit Register
- Receive Register

Serial Port 1 mit den Registern:
- Global Control Register
- Clock Divide Register
- Transmit Register
- Receive Register

Timer 0 mit den Registern:
- Global Control Register
- Period Register
- Timer Register

Timer 1 mit den Registern:
- Global Control Register
- Period Register
- Timer Register

Tabelle II

Benchmarks für TMS320C30

Funktion	*Leistung*
FIR-Filter (1 Sektion)	60 ns Ausführungszeit
FIR-Filter (256 Sektionen)	>60 kHz Abtastrate $\left(\frac{1}{256 \cdot 60\,\text{ns}}\right)$
LMS-adaptives FIR-Filter (1 Sektion)	180 ns Ausführungszeit
Adaptives FIR-Filter (256 Sektionen)	>20 kHz Abtastrate
Kaskadiertes IIR-Filter (Biquad); (5 Koeffizienten)	360 ns Ausführungszeit
Echounterdrücker (1 Chip)	>64 ms Ausführungszeit
Lattice-Filter (1 Sektion)	180 ns Ausführungszeit
Skalarprodukt von Vektoren (pro Element, d.h. eine Multiplikation und 1 Addition)	60 ns Ausführungszeit

Tabelle III

FIR Finite Impulse Response
IIR Infinite Impulse Response
LMS Least Mean Square

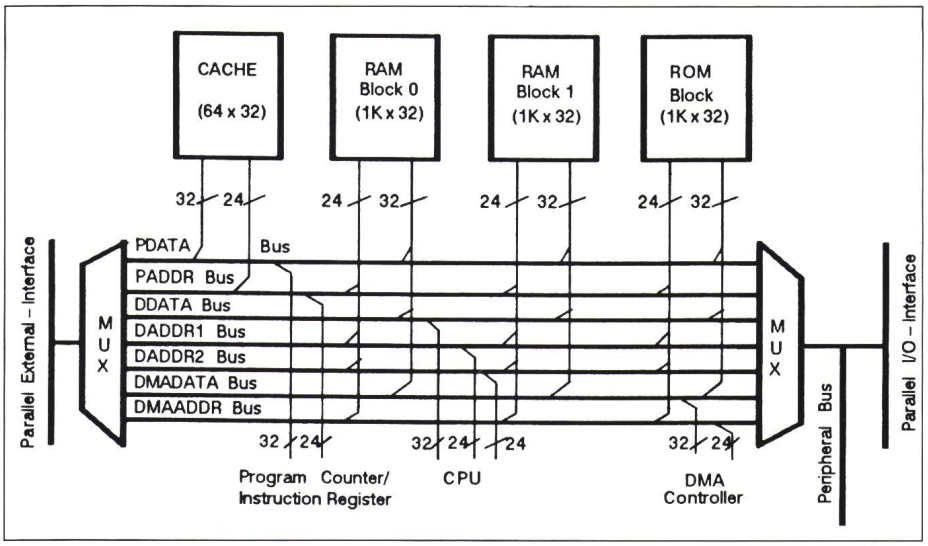
werden (z.B. verschiedene Wortlängen: 8, 16, 32 Bit).

Befehlssatz

Der Befehlssatz des TMS320C30 ist für die digitale Signalverarbeitung und andere numerische Berechnungsaufgaben optimiert. Alle Befehle werden innerhalb eines Zyklus ausgeführt. Ausserdem kann der TMS320C30 bei Multiplikationen und Akkumulatorbefehlen noch zusätzliche Operationen ausführen. Der Befehlssatz kann in folgende Kategorien unterteilt werden:

- Lade- und Speicherbefehle (Verkehr zwischen Registern und Speichern),
- Zwei-Operanden-Befehle (arithmetische und logische),
- Drei-Operanden-Befehle (arithmetische und logische),
- Befehle für Paralleloperationen,
- arithmetische und logische Befehle mit paralleler Speicherung,
- Befehle zur Programmsteuerung,
- Befehle für Multiprozessor-Synchronisation.

Viele Befehle sind denen von früheren DSP oder von General-Purpose-Prozessoren ähnlich. Es sind vor allem die zusätzlichen Befehle, welche die Vorteile der Pipeline-Struktur nutzen. So ist es beispielsweise möglich, nicht nur eine einzelne Instruktion in einem zeitsparenden Modus wiederholt ausführen zu lassen, sondern einen ganzen Block von Instruktionen (Repeat-Block-Instruktion).

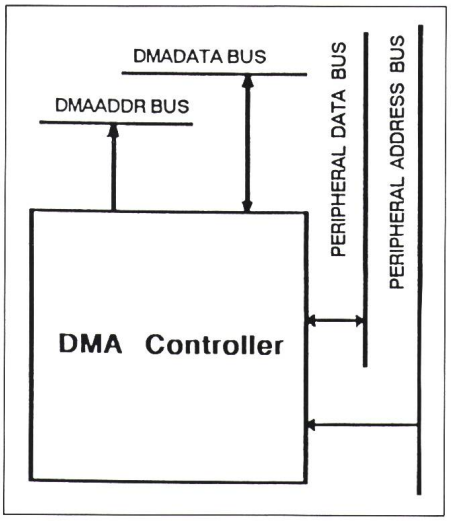


Figur 3 Speicherorganisation

Entwicklungsunterstützung

Zum TMS320C30 werden dem Entwickler von Texas Instruments umfangreiche Entwicklungs-Tools zur Verfügung gestellt (Fig. 5), wie zum Beispiel:

Ein *Assembler/Linker* für PC/MS-DOS und VAX VMS. Dieser Macro-Assembler konvertiert Source-Code in ausführbaren Objektcode des TMS320C30, mit dem Linker können verschiedene Module zu einem kom-



Figur 4 DMA-Controller

Der DMA-Controller enthält das Global Control Register, das Source- und Destination Address Register sowie ein Transfer Counter Register. Damit kann der DMA-Controller ohne Hilfe der CPU Daten übertragen.

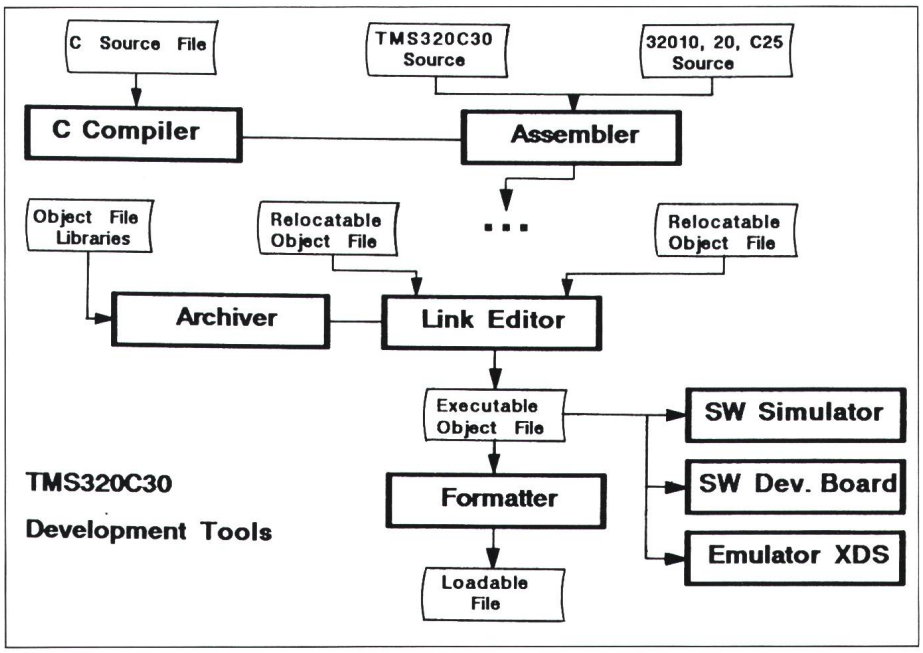
pletten Programm zusammengebunden werden.

Ein *C-Compiler* (Standard von Kernighan und Ritchie). Dieser generiert einen Assembler-Source-Code, der direkt vom Assembler weiterverarbeitet werden kann. Der C-Compiler kann direkt Assembler-Programme aufrufen. Damit lassen sich zeitkritische Programmteile optimieren.

Ein *Simulator*, der die Operationen des TMS320C30 simuliert. Damit können Programme getestet werden. Während der Simulation wird der Status des Prozessors angezeigt.

Ein *Software Development System* (SWDS). Dabei handelt es sich um eine Einsteckplatine für den PC mit zugehöriger Software. Mit ihm kann man Programme am PC entwickeln, assemblieren, linken und debuggen.

Ein *In-Circuit-Emulator* (XDS), mit dem Programme in Echtzeit auch in der Anwendung vollständig getestet werden können.



Figur 5 Entwicklungs-Tools

Anwendungen

Die Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit des TMS320C30 erlauben die Realisierung neuer Applikationen. So kann man z.B. für Sprachverarbeitungssysteme ein LPC-Filter[2] im Gleitkommandomodus mittels eines Algorithmus realisieren, der zur Berechnung der Antwortzeit einer Filtersektion (Basisalgorithmus) nur drei Zyklen benötigt. Die Antwort des gesamten Filters ergibt sich aus diesem Basisalgorithmus mit Hilfe der sogenannten Repeat-Block-Instruktion. Dieser Befehl verursacht keinen Overhead, d.h. keine zusätzliche Zeiteinbusse.

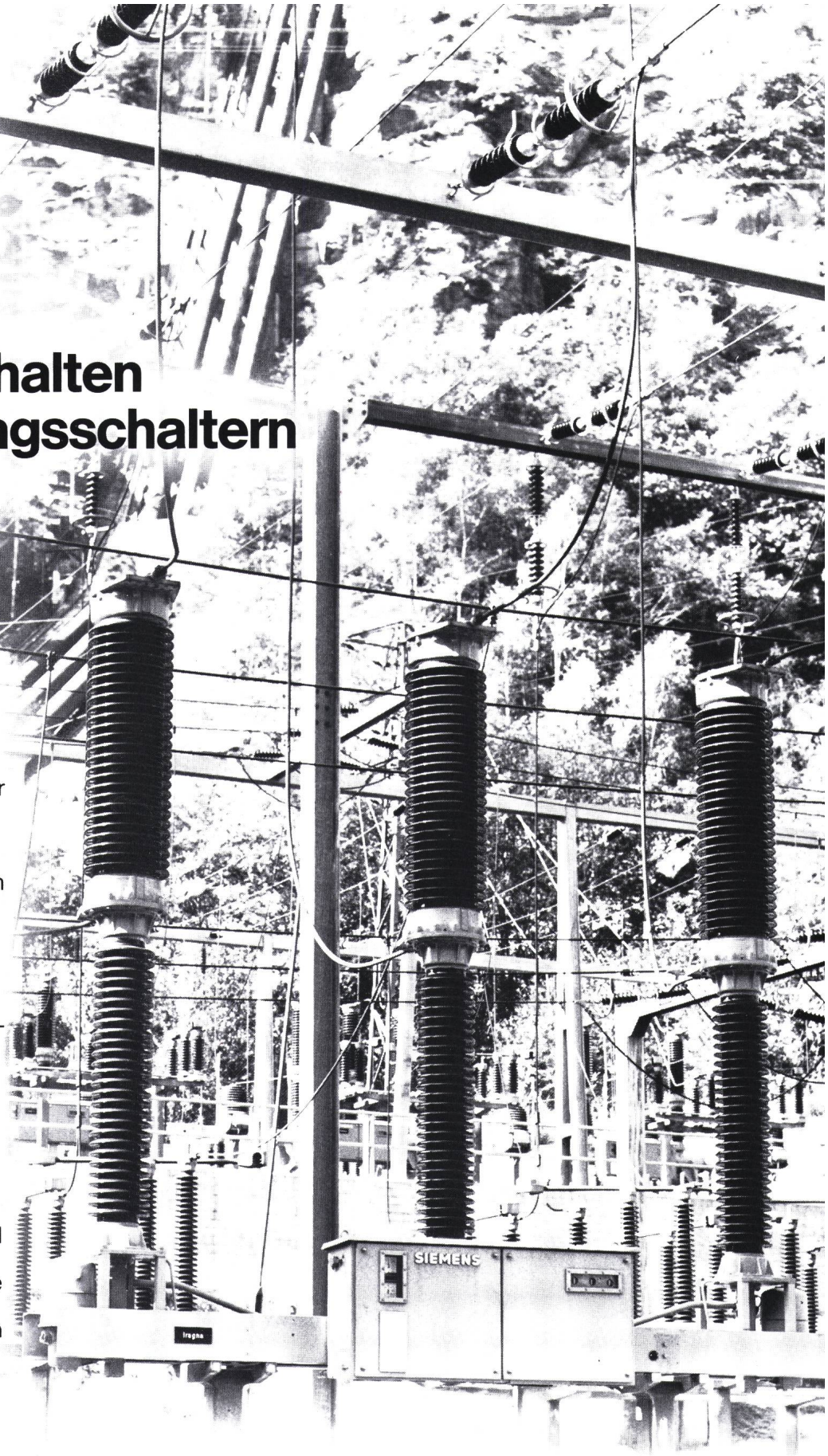
Die Tabelle III veranschaulicht die Leistungsfähigkeit des TMS320C30 anhand einiger Benchmarks.

Der TMS320C30 ist als Muster bereits erhältlich und wird zurzeit getestet. Software-Entwicklungs-Tools wie Assembler, Simulator und C-Compiler stehen ebenfalls zur Verfügung, während das Software Development System SWDS und der In-Circuit-Emulator (XDS) noch in Entwicklung sind.

[2] Linear-Predictive-Coding-Filter in Lattice-Struktur

SIEMENS

Auf Zukunft schalten mit SF_6-Leistungsschaltern von Siemens



Tausende von Siemens-Hochspannungsschaltern stehen weltweit unter den verschiedensten Klimabedingungen im Einsatz.
Auch bei uns in der Schweiz sprechen sehr gute Referenzen für deren sicheren und problemlosen Einsatz.

mit Sicherheit
Im SF_6-Leistungsschalter von Siemens wird der Lichtbogen durch Blaskolbenprinzip und Doppeldüsen-Löschsystem innerhalb weniger Millisekunden gelöscht. Sichere Abschaltung mit hoher Leistung, lange Lebensdauer und konstante Kontaktwerte sind dadurch gewährleistet.

mit Leistung
Der elektrohydraulische Antrieb wird bei immer mehr Herstellern eingesetzt und erfüllt die hohen Ansprüche der heutigen Leistungsschalter.
Die Siemens-Hydraulik bietet jedoch zusätzlich einige Betriebsvorteile bezüglich Dämpfung, Mechanik und Druckkontrolle.
Siemens setzt diesen Antrieb einheitlich für alle Blaskolben-Schalter ein – auch für gekapselte Schaltanlagen.

mit langer Lebensdauer
Die erste Revision wird erst nach 20 Jahren oder nach 3000 Schaltspielen fällig. Ein Vorteil, mit dem Sie eine hohe Verfügbarkeit Ihrer Anlage erzielen.

mit dem richtigen Partner
Wir bieten umfassende Beratung – von der Projektierung bis zur Inbetriebsetzung der Schaltanlagen.
Auch bei unvorhersehbaren Ereignissen während des Betriebs genügt Ihr Anruf nach Zürich, Renens oder Lugano.
Wir sind für Sie da.

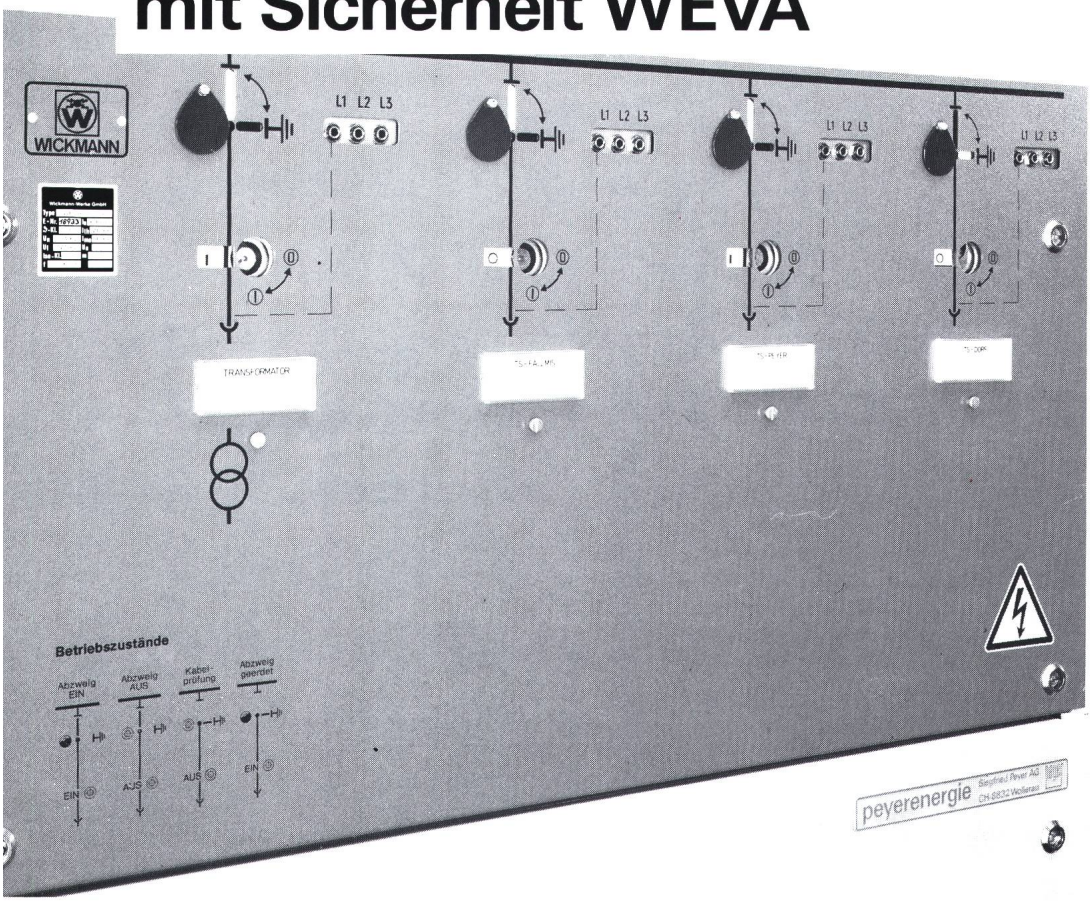
Siemens-Albis AG
Energieversorgung
Freilagerstrasse 28
8047 Zürich
Tel. 01/495 44 51

1020 Renens
Tél. 021/34 96 31

6904 Lugano
Tel. 091/51 92 71

41.A.11

Betriebssicherheit – mit Sicherheit WEVA



peyer

WEVA-Mittelspannungs-Sch
anlage heisst: höchste Verfü
barkeit, Personenschutz, war
tungsfrei, bescheidener Platz
darf, problemlose Fernsteuer
flexible Planung von 2 bis 6 F
der, einphasige Metallkapsel
Vakuum-Schaltelemente, Tra
schutz über Vakuum-Leistun
schalter mit Wandler-Schutz
lais-Kombination und-und-u

Sicherheit beim Schalten
von Mittelspannung mit **peye**
energie.

peyerenergie
CH-8832 Wollerau
Telefon 01/784 46 46
Telex 875 570 pey ch
Fax 01/784 45 15

Wir sind Ihr Partner für Licht
und lassen für Sie
das richtige Licht leuchten...

- Beleuchtung für Sportanlagen

Ein leuchtendes Beispiel:

Centre Sportif
Commune de Châtel-St-Denis

Wir lösen Ihre Beleuchtungsprobleme gerne – verlangen Sie ausführliche Dokumentationen oder den Besuch unseres Fachberaters.

ALUMAG
BELMAG
AG

Ihre Licht-Macher

8027 Zürich	Giesshübelstrasse 30	01/466 91 11
3000 Bern	Wagnerstrasse 35	031/45 11 71
1000 Lausanne	Avenue C.F. Ramuz 104	021/28 13 13

Die gute Verbindung mit Feller

Kommunikations-Steckverbindungen von Feller dienen zum Beispiel der Kommunikation zwischen:

Terminal

Grossrechner

Ein komplettes Sortiment für Unterputz-, Aufputz-, Zargenmontage sowie den Einbau in Brüstungskanäle

Verteiler

Die Feller-Broschüre «Kommunikations-Steckverbindungen» dient der Kommunikation zwischen Ihnen und uns.

Feller

Coupon

Wir bestellen: ___ Ex. Broschüren «Kommunikations-Steckverbindungen»

Firma _____

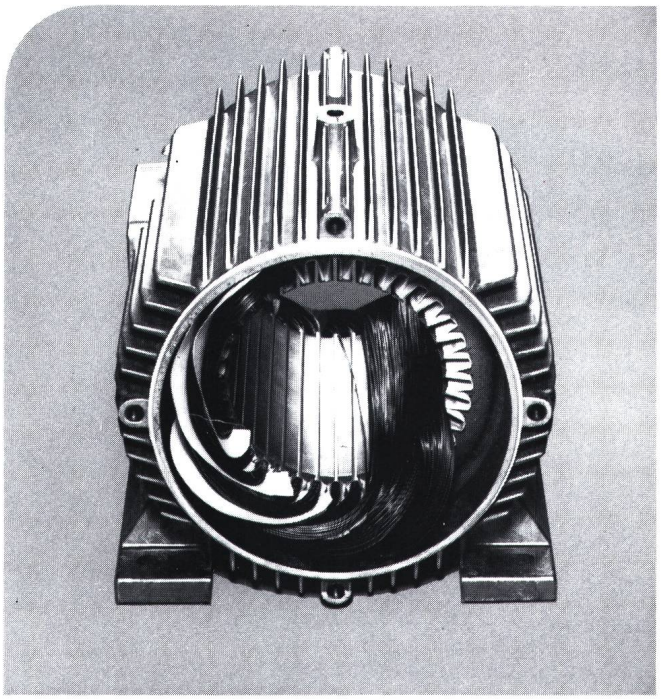
zuhanden _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

Feller AG
Bergstrasse
8810 Horgen
Tel. 01 728 72 72

Wachendorf AG, 4002 Basel und 8404 Winterthur



5

Flächen-isolationen

einlagig und mehrschichtig aus den Werkstoffen:

Pressspan

Polyesterfolie Mylar*

Aramidpapier Nomex*

Polyimidfolie Kapton*

***Du Ponts eingetragenes Warenzeichen**

Eigenschaften:

Mylar*
Hohe el. Durchschlags- und Zugfestigkeit, bis 150°C.

Nomex*
Hohe el. Durchschlagsfestigkeit, flammwidrig, verträglich gegen Chemikalien, Lösungsmittel und radioaktive Strahlung, bis 220°C.

Kapton*
Thermische Höchstansprüche von −269°C bis +400°C, dimensionsstabil, flammwidrig, kein Schmelzpunkt und strahlenbeständig.

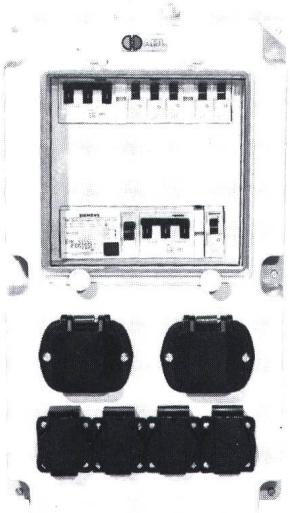
Mehrschichtenisolation
Durch Verwendung versch. Trägerstoffe können Eigenschaften variiert werden. Einsatzbereich in den Wärmeklassen B-F-H-C.

Wachendorf

Tel. 061 – 42 90 90

INDUSTRIE-VERTEILKASTEN

- spritzwassergeschützt IP 44
- schlagfestes Kunststoffgehäuse
- mit oder ohne Klarsichtdeckel
- für Festinstallation
- mit Traggriff für mobilen Einsatz



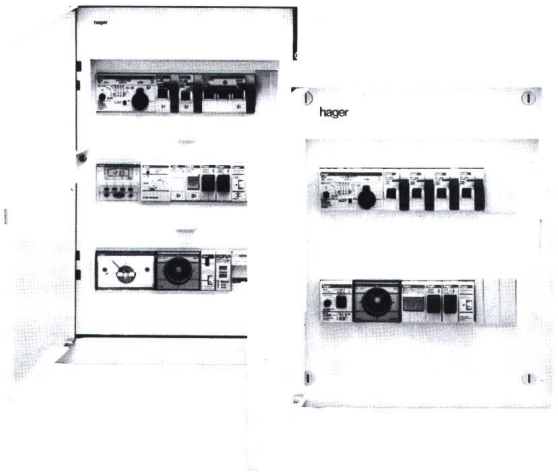
- bestückt und verdrahtet nach Ihren Wünschen und Anforderungen.

Verlangen Sie eine Offerte!

STEFFEN A. Steffen AG
Elektro-Grosshandel
8957 Spreitenbach
056 / 71 47 41 - 45

hager

votre partenaire pour le modulaire
Ihr Partner für alle modulare Einbaugeräte



Neuigkeiten

LS-Schalter 6 kA "L" + "U"
FI-Schalter selektiv
Lastabwurfrelais 15/90 A
Stromrelais 3/7 A
Schützen mit Schaltanzeige

Thermostat-, Dämmerungs-Schaltcomputer
Verteilerschränke 90 VS
Türen für Gamma-Verteiler
Verdrahtungs-Systeme

Stand 325 Halle 115