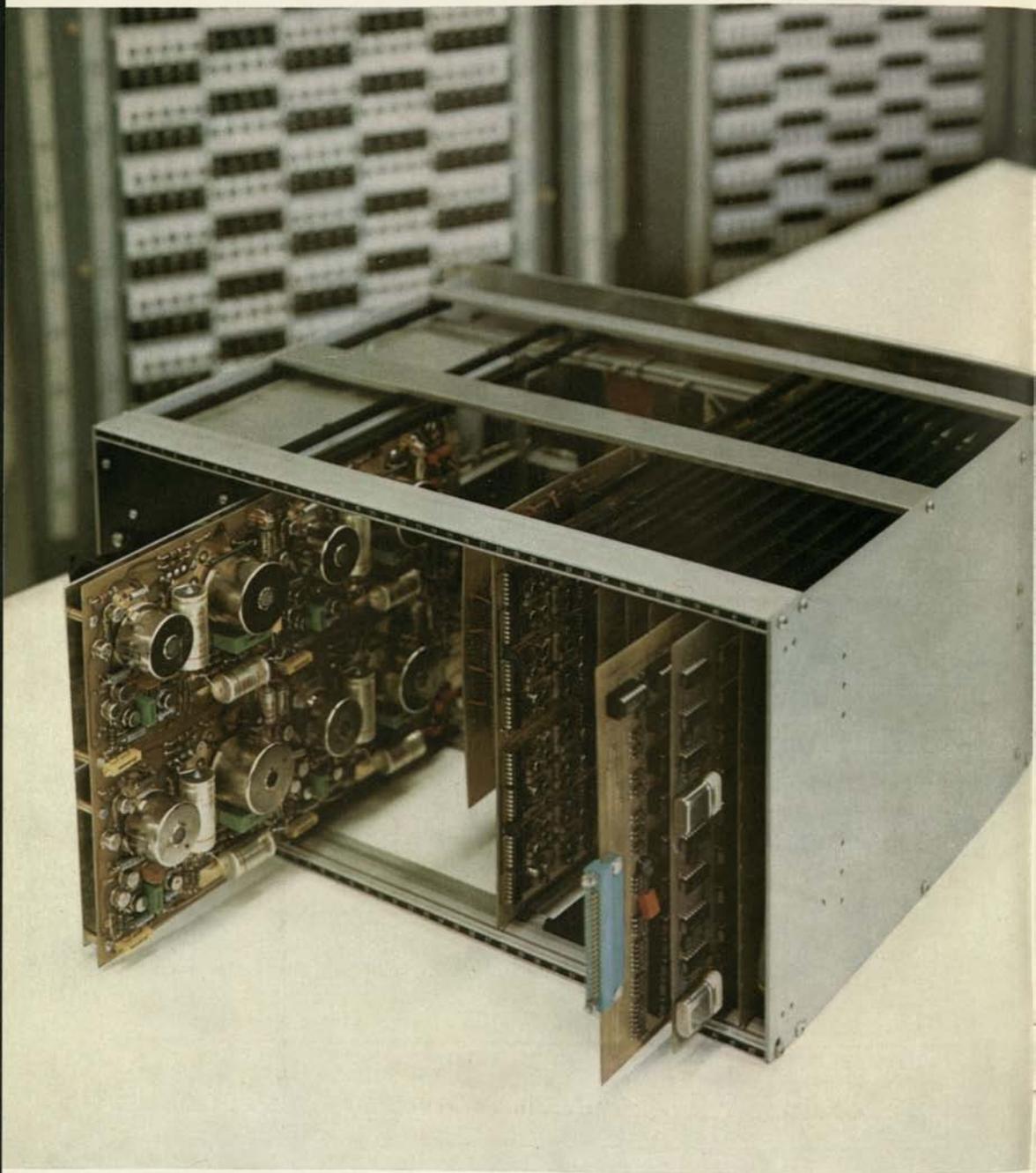


mulby

Ein neues
Computer-System

Krantz Elektronik



Die Mulby-Idee

Die Computer erschließen sich immer neuere Einsatzbereiche. Von einfachen Steuereinheiten bis zu teuren Großrechenanlagen. Bei der Vielfalt der Aufgaben drängt sich die Frage auf: Ist die landläufige Auffassung, daß ein Computer in erster Linie rechnen muß, heute noch gültig?

Bei genauerer Betrachtung stellt man fest, daß es eine ganze Reihe von Anwendungen gibt, bei denen das Rechnen im eigentlichen Sinne nicht erforderlich ist. Das leuchtet sofort ein, wenn man an Satelliten-Computer denkt, die im Vorfeld dem großen Zentralrechner viel Routinearbeit abnehmen, das Rechnen aber dem Großen überlassen. Auch bei der industriellen Automation oder der Datenerfassung spielt das Rechnen häufig nur eine untergeordnete Rolle.

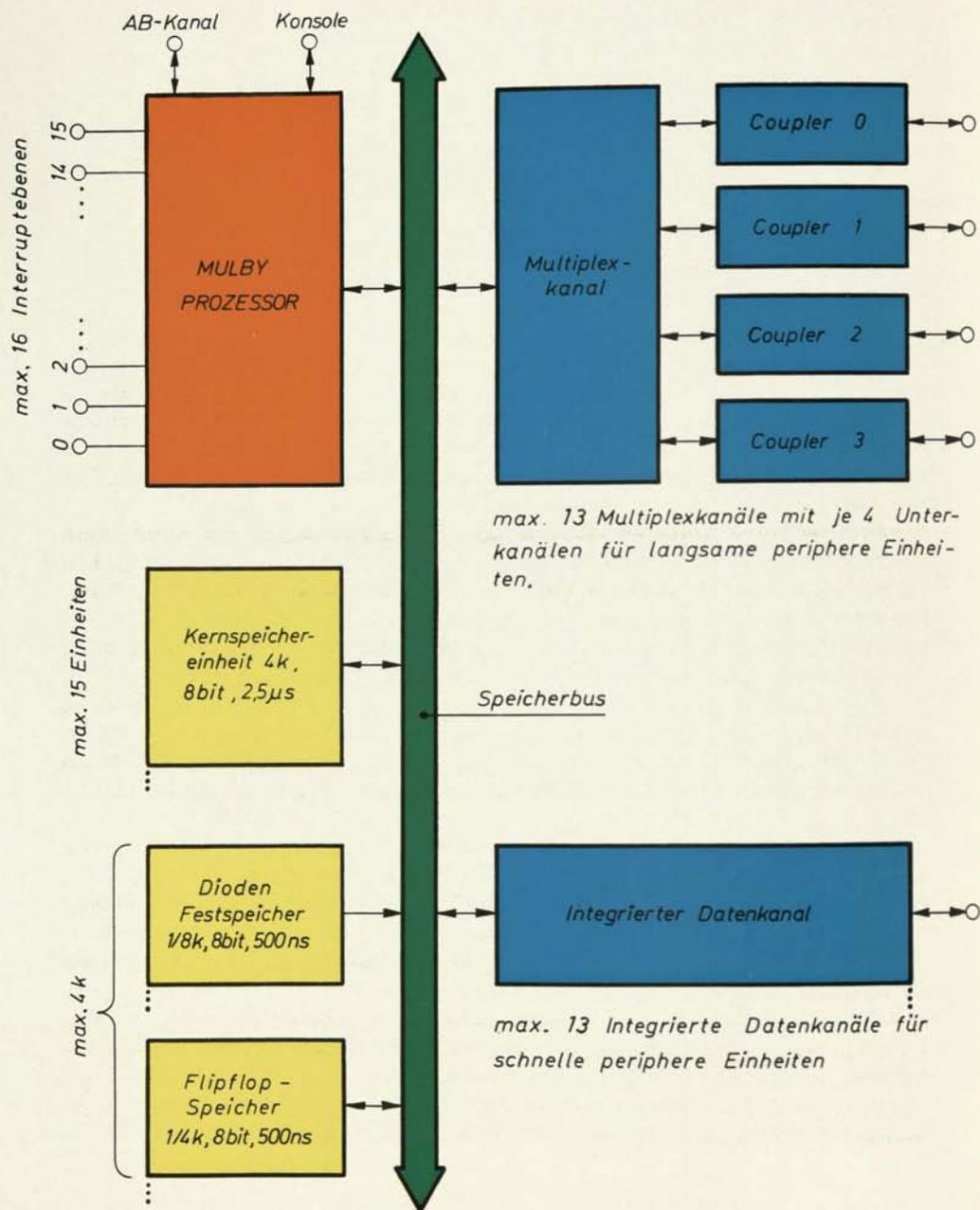
Wichtig ist in diesen Fällen die Fähigkeit des Computers, sich an vorgegebene Bedingungen anzupassen, mit möglichst vielen peripheren Geräten zu verkehren, Informationen zu sammeln, zu vergleichen, zu sortieren. Die Informationsverarbeitung geht also zeichenweise vor sich, wobei ein Zeichen mit maximal 8 bit gleich 1 byte dargestellt werden kann.

Das ist die Mulby-Idee: Man nehme die Konzeption eines modernen Großcomputers, beschränke sich auf eine Stellenzahl von 8 bit, lasse komplizierte und aufwendige Rechenwerke weg und erhält einen äußerst preiswerten Computer, der in der zeichenweisen Datenverarbeitung Großcomputern kaum nachsteht.

Auch das gehört zur Mulby-Idee: Durch konsequente Anwendung des Baukastenprinzips kann der Mulby auf jedes Problem optimal abgestimmt werden. Das gilt sowohl für die mechanische Konstruktion als auch für den Speicher- und Datenkanalausbau, die Peripherie und die Software.

Wir nennen ihn „Mulby“, was sich aus „Multiple Byte Processor“ ableitet.

Blockschaltbild des MULBY-Systems



Das Mulby-System

Um den Speicherbus sind – wie das Blockschaltbild auf Seite 4 zeigt – die drei Grundeinheiten Prozessor, Datenkanäle und Speichereinheiten angeordnet. Die zur Durchführung des Programms notwendigen Teile wie Adressenwerk, Steuerwerk und Rechenwerk befinden sich im Prozessor. Weiter gehören zum Prozessor ein Interruptsystem mit maximal 16 Interruptebenen und der A/B-Kanal, der Datenein-/ausgabe unter Programmkontrolle erlaubt.

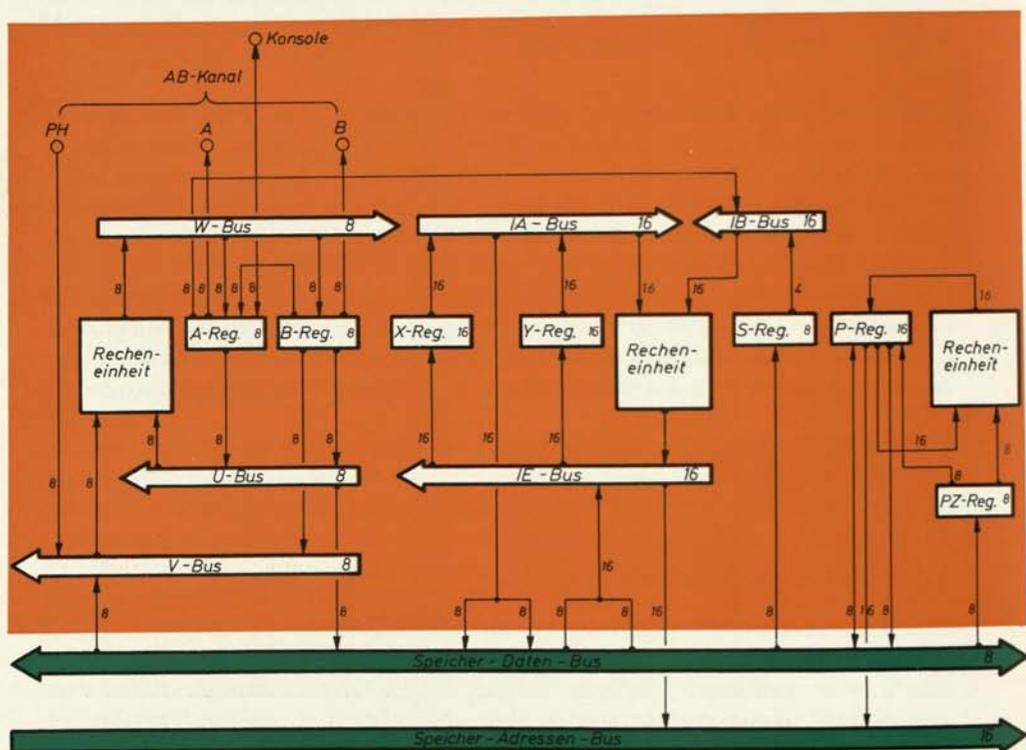
Anstelle der sonst üblichen Bedienungs-Frontplatte besitzt der Mulby eine Bedienungskonsole mit Lochstreifenleser in der Form eines elektronischen Tischrechners, die bis zu 100 m vom Mulby entfernt aufgestellt werden kann. Zur Daten- und Programmspeicherung werden Kernspeicher, Diodenfestspeicher oder MOS-Flipflop-Speicher mit jeweils 8 bit Wortlänge verwendet. Die Gesamtspeicherkapazität kann maximal 64k Bytes betragen.

Bei den Datenkanälen werden Multiplexkanäle und Integrierte Datenkanäle unterschieden. Die Multiplexkanäle besitzen je 4 Unterkanäle; diese sind universell aufgebaut, so daß an sie die unterschiedlichsten Peripheriegeräte über jeweils besondere Anpaßschaltungen (Coupler) angeschlossen werden können.

Bei den Integrierten Datenkanälen sind die Coupler mit den Kanalsteuerungen zu einer Einheit zusammengefaßt. Die Datenkanäle benötigen zur Einleitung eines Datentransfers lediglich den Startbefehl des Prozessors. Der eigentliche Transfer geschieht dann völlig unabhängig vom Prozessor. Die kleinste Ausbaustufe des Mulby besteht aus dem Prozessor, einer 4k-Kernspeichereinheit, einem 1/8k-Diodenfestspeicher sowie einem Coupler zum Anschluß eines Fernschreibers an den A/B-Kanal.

Von dieser Grundausbaustufe ausgehend, kann der Mulby durch Hinzufügen von weiteren Speichereinheiten oder Datenkanälen für jeden Anwendungsfall der zeichenweisen Datenverarbeitung optimal ausgerüstet werden.

Blockschaltbild des MULBY-PROZESSORS



Der Mulby-Prozessor

Der Mulby-Prozessor setzt sich zusammen aus Rechenwerk, Adressenwerk und Steuerwerk.

Das Rechenwerk besteht aus den beiden 8 bit langen Arbeitsregistern A und B, der Recheneinheit und den Datenbuses U, V und W. Während der U- und der V-Bus auf die beiden Eingänge der Recheneinheit führen, übernimmt der W-Bus ihre Ausgangsdaten. Durch geeignete Befehle wird die Recheneinheit auf die verschiedenen Operationen wie Addition, logisch UND usw. eingestellt.

Die miteinander zu verknüpfenden Eingangsdaten können vom Datenspeicher oder von den beiden Arbeitsregistern A und B stammen. Sie können jedoch auch von einem Peripheriegerät über den A/B-Kanal angefordert worden sein. Dieser Datenkanal ist programmierbar; die Ein/Ausgabe-Prozedur kann somit beliebig komplex aufgebaut sein.

An den A/B-Kanal sind theoretisch bis zu 256 periphere Geräte anschließbar. Die Auswahl der einzelnen Geräte geschieht über eine im A-Register stehende Adresse.

Die Operandenadresse wird unter Verwendung der Indexregister X oder Y erzeugt; die beiden Registerinhalte sind durch eine Reihe von Befehlen veränderbar. Die Programmadresse steht im P-Register, das beim Programmdurchlauf fortlaufend erhöht oder bei Sprungbefehlen neu geladen wird.

Sämtliche Register, Buses und Recheneinheiten des Adressenwerkes verfügen über 16 Bitstellen, damit eine 64k-Speicherkapazität adressierbar ist.

Zum Steuerwerk gehören das S-Register mit der Befehlsdecodierung, die Zeitsteuerung und das Interruptsystem. Die Zeitsteuerung stellt sich automatisch auf die Arbeitsgeschwindigkeit des Speichers ein, sofern seine Zykluszeit nicht kleiner als 500 ns ist.

Das Interruptsystem besitzt 16 Signalleitungen. Das laufende Programm wird immer dann unterbrochen, wenn auf einer dieser jeweils einer Interruptebene zugeordneten Leitungen ein Signal erscheint. Die Prioritäten sind festverdrahtet. Vor dem Sprung in das zur Interruptebene gehörende Unterprogramm werden alle Registerinhalte automatisch auf feste Speicherplätze gebracht. Nach dem Rücksprung am Ende des Unterprogramms werden sie wiederum automatisch in die Register zurückgebracht. Das unterbrochene Programm fährt fort, als wenn es nicht unterbrochen worden wäre. Von den 16 möglichen Interruptebenen sind 3 Ebenen mit Netzausfallschutz, Bootstrap-Laden und der Relative-Time-Clock (Real-Zeit-Betrieb) belegt.



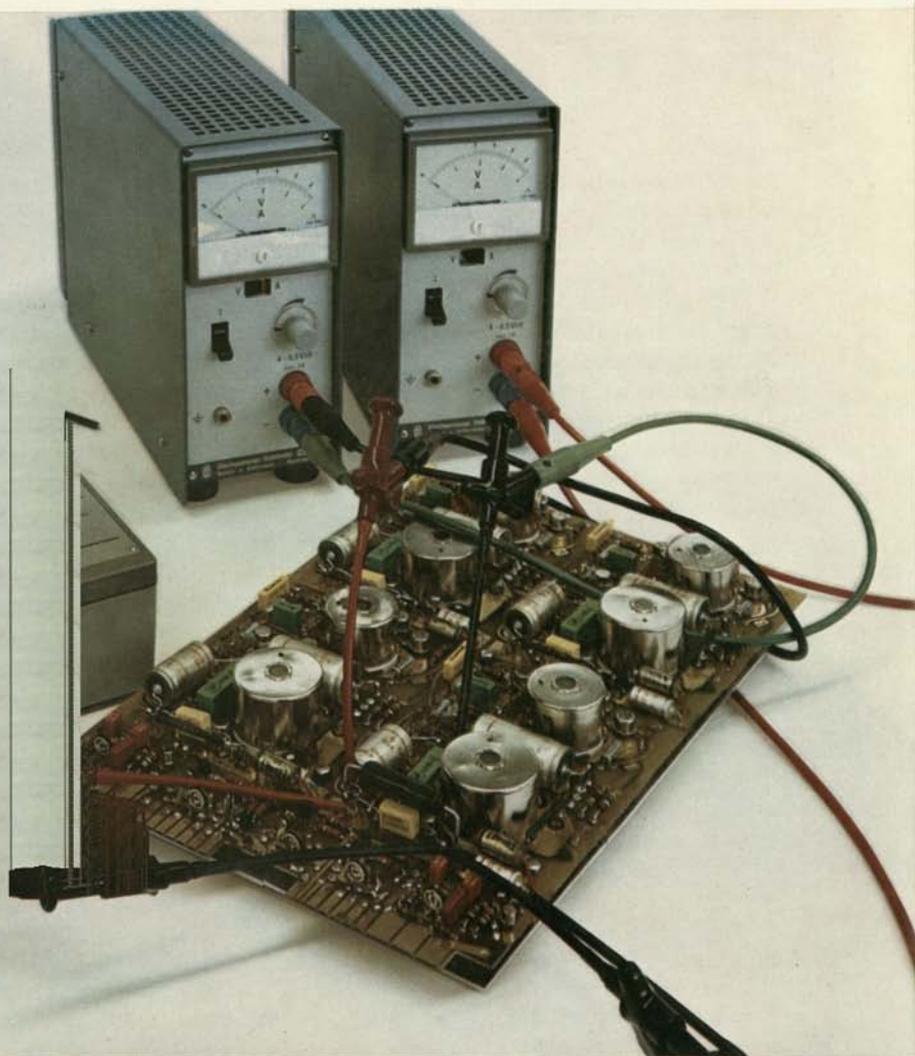
Die Mulby-Datenkanäle

Beim Mulby gibt es drei Arten von Datenkanälen: den bereits auf Seite 7 erwähnten A/B-Kanal, die Multiplexkanäle und die Integrierten Datenkanäle. Die beiden letztgenannten arbeiten mit direktem Speicherzugriff (DMA).

Jeder Multiplexkanal besitzt vier Unterkanäle, die voneinander unabhängig arbeiten. Zu den Unterkanälen gehört je eine Start- und Stopadresse, die auf vorgegebenen Plätzen im Speicher stehen. Bei der Eingabe werden die von außen kommenden Zeichen auf aufeinanderfolgende Speicherplätze zwischen Start- und Stopadresse gebracht. Umgekehrt werden bei der Ausgabe die Zeichen aus dem Speicherbereich zwischen Start- und Stopadresse ausgelesen. Durch entsprechende periphere Befehle wird ein bestimmter Unterkanal vom Prozessor aktiviert und wahlweise auf Eingabe oder Ausgabe eingestellt. Von diesem Zeitpunkt ab arbeitet der Unterkanal unabhängig vom Prozessor, bis die Stopadresse erreicht ist. Der Prozessor kann sich in der Zwischenzeit anderen Aufgaben zuwenden. Wenn die Stopadresse erreicht ist, erwirkt der Unterkanal einen Interrupt, um dem Prozessor mitzuteilen, daß der Transfer beendet ist. Falls erforderlich, kann auch das angeschlossene periphere Gerät vorzeitig das Ende des Transfers erzwingen. Auf der Leiterplatte des Multiplexkanals befindet sich auch ein vorgelagertes Interruptsystem mit vier Ebenen. Diese werden im allgemeinen den vier Unterkanälen zugeordnet, so daß mit jedem Multiplexkanal auch das Interruptsystem erweitert wird. Bei Vollausbau verfügt der Mulby über 52 Unterkanäle und 55 Interrupteingänge.

Die Schnittstellen der Unterkanäle sind universell ausgelegt. Durch spezielle Coupler werden sie an die Signalpegel und das Zeitverhalten der angeschlossenen peripheren Geräte angepaßt.

Im Gegensatz dazu sind die Integrierten Datenkanäle einem bestimmten peripheren Gerät fest zugeordnet. Hier sind Coupler und Datenkanal zu einer Einheit integriert. Da sie aufgrund ihrer Konzeption eine höhere Transferrate erlauben, sind sie meistens mit schnellen Geräten wie Magnetbandgeräte oder Plattenspeicher verbunden.



Die Mulby-Technologie

Der Mulby ist mechanisch wie elektronisch vollständig modular aufgebaut. Die Schaltelemente sind auf ca. DIN-A4-großen, doppelseitig kaschierten Leiterplatten untergebracht, die von der Geräterückseite in Steckerleisten eingeschoben werden. Das gilt auch für die verschiedenen Coupler-Typen. Selbst die Netzteilkassetten mit Trafos, Gleichrichtern, Kondensatoren usw. sowie die Kernspeichereinheiten können wie die Leiterplatten von der Rückseite in den Einschub eingesteckt werden.

Je nach Ausstattung besteht das 19"-Einschubgehäuse aus mehreren Etagen. Die Signale, die zu peripheren Geräten führen oder von dort kommen, sind auf der Rückseite der Leiterplatten auf Steckverbindungen geführt. Von hier aus gelangen sie über Kabel zu einer Verteilerleiste oberhalb des Grundeinschubs mit den von außen zugänglichen Steckern, an welche die Peripheriegeräte angeschlossen werden.

Die Verdrahtungsebene in Wire-Wrap-Technik liegt hinter der Frontplatte. Dadurch werden Service-Arbeiten besonders einfach: es ist lediglich die defekte Leiterplatte zu bestimmen und gegen ein Ersatzstück auszuwechseln. Die Verdrahtung bleibt dabei unberührt.

Mit Ausnahme weniger Schaltkreise (Kernspeichersteuerung und Netzteil) finden TTL-Schaltkreise, hauptsächlich in MSI- und LSI-Technik Anwendung.

Besondere Sorgfalt wurde auf den störungsfreien Betrieb auch in „verseuchter“ Umgebung gelegt. Von den teilweise recht aufwendigen Maßnahmen werden nur die wichtigsten erwähnt: Doppelte Abschirmung, breitbandiges Netzstörfilter, große Pufferkapazität im Netzteil, potentialfreie Signale zu peripheren Geräten.

Die Mulby-Peripherie

Für eine Reihe handelsüblicher Peripherie-Geräte stehen serienmäßige Coupler zur Verfügung, so z. B. für Lochstreifenleser, Lochstreifenstanzer, Magnetbandgerät, Kartenleser und Schreibmaschine. Auf Wunsch werden auch für andere Geräte spezielle Coupler entwickelt.

Darüber hinaus ist die Peripherie für die Zwecke der Datenfernverarbeitung besonders reichhaltig. Zum Anschluß von Modems oder GDN's existieren Coupler für synchronen und asynchronen Vollduplex-Betrieb (CCITT, V24-Schnittstelle). In diesen Couplern werden Querparitätsbit und Längsparitätszeichen automatisch geprüft bzw. erzeugt. Die zur Übertragungsprozedur erforderlichen Steuerzeichen werden ebenfalls im Coupler erkannt. An den Gleichstrom-Ausgang sind Vollduplex-Fernschreiber anschließbar. Die Übertragungsgeschwindigkeit kann zwischen 110 bd und 2.400 bd beim Asynchroncoupler und 1.200 bd bis 9.600 bd beim Synchroncoupler eingestellt werden.

Zum Anschluß eines 5Kanal- oder 8Kanal-Fernschreibers steht eine preiswertere Version zur Verfügung.

Zur Mulby-Peripherie gehören auch Datensichtgeräte unterschiedlichster Ausstattung. Die preiswerteste Version besteht aus einem Integrierten Datenkanal, der einen bestimmten Speicherbereich zyklisch (50 Bilder pro Sekunde) ausliest, die dort stehende Information als Zeichen im ASCII-Code interpretiert und in ein Videosignal umwandelt. Dieses Videosignal kann auf einem handelsüblichen Monitor sichtbar gemacht werden. Das aufwendigste Datensichtgerät arbeitet unabhängig vom Mulby und ist mit einer Modemschnittstelle und einem Ausgang für eine Schreibmaschine ausgestattet.

Auch für den Einsatz des Mulby im Bereich der industriellen Automation gibt es eine Reihe serienmäßiger Coupler, wie z. B. für Analog-Digital-Wandler mit Meßstellenumschalter, Digital-Analog-Wandler, Relaisin- und -ausgänge.

Die Mulby-Programmierung

Die Befehlsliste des Mulby umfaßt 76 verschiedene Befehle, die zum Teil komplex aufgebaut sind, wie z. B. der Befehl „Vermindere den Inhalt des B-Registers um Eins und überspringe drei Speicherplätze, wenn der Inhalt des B-Registers gleich Null ist“.

Die Adressierung erfolgt in den meisten Fällen durch die beiden Indexregister. Bei den Lade- und Speicherbefehlen der Indexregister wird sequentiell adressiert. Die Adressierung der Sprungbefehle ist entweder direkt oder relativ.

Die Programmierungsarbeit am Mulby wird durch die Verwendung des leistungsfähigen Assemblers erheblich vereinfacht. Die Programme werden im Quellbereich, beginnend von der symbolischen Adresse Null, mit mnemonischer Befehlsabkürzung über einen 8Kanal-Fernschreiber eingegeben. Der Assembler übersetzt jeden Befehl unmittelbar nach der Eingabe in das gewünschte Objektformat und druckt das Ergebnis in der Maschinensprache aus. Es gibt eine Reihe von Anweisungen und Fehlerausdrucken. Zum schnellen und einfachen Austesten von Programmen dient eine Software-Testhilfe; dabei werden u. a. beim schrittweisen Durchlaufen eines Programms alle Registerinhalte nach jedem Schritt ausgedruckt.

Das Hardware-Testprogramm prüft die richtige Ausführung aller Befehle. Dieses Programm kann auch während des laufenden Betriebs in der Grundebene des Rechners mitlaufen und so ständig die Hardware des Mulby überprüfen.

Es stehen weiterhin Programme für die Datenübertragung, die Funktionssteuerung von Datensichtgeräten sowie eine Reihe mathematischer Unterprogramme zur Verfügung.

Befehlsliste

Mnem- onischer Code	Befehl	Speicher- belegung in Bytes	Rechen- zeit in μ s
HLT	Halt	1	2,50
KOP	Keine Operation	1	2,50
PIA	Peripherer Impuls A	1	2,50
PIB	Peripherer Impuls B	1	2,50
PIC	Peripherer Impuls C	1	2,50
PID	Peripherer Impuls D	1	2,50
KNA	Konsole nach A	1	2,50
ANK	A nach Konsole	1	2,50
PNA	Peripherie nach A	1	2,50
BPP	B plus Peripherie nach A	1	2,50
BUP	B und Peripherie nach A	1	2,50
TAB	Tausche A und B	1	2,50
AOB	A oder B nach A	1	2,50
AUB	A und B nach A	1	2,50
IVA	Invertiere A	1	2,50
KMA	Zweierkomplement von A	1	2,50
APE	A plus Eins	1	2,50
AME	A minus Eins	1	2,50
LOA	Lösch A	1	2,50
IVV	Invertiere Vorzeichen	1	2,50
SAU	Setz A ungerade	1	2,50
SBU	Setz B ungerade	1	2,50
ORA	Offen, rechts A schieben	1	2,50
ORB	Offen, rechts B schieben	1	2,50
OLA	Offen, links A schieben	1	2,50
OLB	Offen, links B schieben	1	2,50
GRA	Geschlossen, rechts A schieben	1	2,50
GRB	Geschlossen, rechts B schieben	1	2,50
GLA	Geschlossen, links A schieben	1	2,50
GLB	Geschlossen, links B schieben	1	2,50
ORZ	Offen, rechts zusammen schieben	1	2,50
OLZ	Offen, links zusammen schieben	1	2,50
USP	Überspringe	1	2,50
AVN	Überspringe, wenn A verschieden von Null	1	2,50
AGB	Überspringe, wenn A größer als B	1	2,75
AKN	Überspringe, wenn A kleiner als Null	1	2,50
AGR	Überspringe, wenn A gerade	1	2,50
BVN	Überspringe, wenn B verschieden von Null	1	2,50
VIZ	Überspringe, wenn Vor- zeichen identisch	1	2,50
BKN	Überspringe, wenn B kleiner als Null	1	2,50
BGR	Überspringe, wenn B gerade	1	2,50
AVB	Überspringe, wenn A verschieden von B	1	2,75

Mnem- onischer Code	Befehl	Speicher- belegung in Bytes	Rechen- zeit in μ s
AGP	Überspringe, wenn A gleich Peripherie	1	2,75
XVY	Überspringe, wenn X verschieden von Y	1	2,75
SLN	Überspringe, wenn Signal auf Statusleitung Null	1	2,50
SLE	Überspringe, wenn Signal auf Statusleitung Eins	1	2,50
SLZ	Überspringe, wenn Signal auf Statusleitung Zwei	1	2,50
SLD	Überspringe, wenn Signal auf Statusleitung Drei	1	2,50
XPE	X plus Eins; überspringe bei Überlauf	1	2,75
YPE	Y plus Eins; überspringe bei Überlauf	1	2,75
XPZ	X plus Zehn	1	2,50
YPZ	Y plus Zehn	1	2,50
XMZ	X minus Zehn	1	2,50
YMZ	Y minus Zehn	1	2,50
XPA	X plus A nach X	1	2,50
IPE	Beide Indexregister plus Eins	1	2,75
APB	A plus B nach A; überspringe, wenn kein logischer Überlauf	1	2,75
BME	B minus Eins; überspringe, wenn B gleich Null	1	2,75
SPX	Speicher X	3	7,50
SPY	Speicher Y	3	7,50
SPR	Sprung mit relativer Adresse	2	5,00
SPD	Sprung mit direkter Adresse	3	7,50
LDX	Lade X	3	7,50
LDY	Lade Y	3	7,50
LAX	Lade A durch X	1	5,00
LAY	Lade A durch Y	1	5,00
LBX	Lade B durch X	1	5,00
LBY	Lade B durch Y	1	5,00
SAX	Speicher A durch X	1	5,00
SAY	Speicher A durch Y	1	5,00
SBX	Speicher B durch X	1	5,00
SBY	Speicher B durch Y	1	5,00
APX	A plus Speicher durch X; überspringe, wenn kein arithmetischer Überlauf	1	5,25
APY	A plus Speicher durch Y; überspringe, wenn kein arithmetischer Überlauf	1	5,25
BPX	B plus Speicher durch X; überspringe, wenn kein arithmetischer Überlauf	1	5,25
BPY	B plus Speicher durch Y; überspringe, wenn kein arithmetischer Überlauf	1	5,25

Technische Daten

Wortlänge:	8 bit = 1 byte
Arbeitsweise:	parallel
Zahlendarstellung:	binär, Zweierkomplement, Festkomma
Adressierung:	direkt, indiziert, sequentiell, relativ
Befehlsstruktur:	76 teilweise komplexe, festverdrahtete Befehle, davon 74 Einwortbefehle
Interne Speicher:	Gesamtkapazität 64k bytes, davon Kernspeicher max. 60k, in Einheiten zu 4k ausbaufähig; MOS-Flipflop-Speicher und Dioden-Festspeicher zusammen max. 4k
Kernspeicher-Zykluszeit:	2,5 µs
Arbeitsregister:	2 arithmetische Register von 8 bit Länge 2 Indexregister von 16 bit Länge
Rechenzeit für Addition:	1 Zykluszeit
Interruptsystem:	16 Interruptebenen zur Programmunterbrechung mit festverdrahteter Sicherung aller nicht im Kernspeicher stehenden Daten. Durch vorgeschaltetes Interruptsystem erweiterbar bis 55 Eingängen
Ein/Ausgabe unter Programmkontrolle:	AB-Kanal. Ein/Ausgabe über A- und B-Register
Ein/Ausgabe mit direktem Speicherzugriff:	max. 13 selbständig arbeitende Multiplexkanäle mit je 4 Unterkanälen für beliebige periphere Geräte. Für schnelle periphere Geräte (Magnetband, Platte, Display, Rechner) bis zu 13 Integrierte Datenkanäle für Transferraten bis 1,6 Mio. bit/s
Echtzeit-Uhr:	Auflösung wahlweise 1 oder 10 ms, quartzgesteuert
Zählkanäle:	per Programm oder durch Multiplexkanäle realisierbar
Netzausfallschutz:	bereits im Grundausbau festverdrahtet (Ebene 15 mit höchster Priorität innerhalb des Interruptsystems)
Programm-Laden:	Durch Bootstrap-Programm im Festspeicher
Bedienungs-Peripherie:	Konsole in Tischrechnerform, mit dem Mulby über bis zu 100 m langes Kabel verbunden, mit Zehnertastatur, Funktionstasten, 8-stelliger Ziffernanzeige und Lochstreifenleser; Fernschreiber (z. B. ASR 33), Ein/Ausgabe-Schreibmaschine, alphanumerische Display-Einheiten, Tastaturen
System-Peripherie:	Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer; Ein/Ausgabeschaltungen für digitale Signale (potentialfrei), Modems, GDN's, Lochstreifen-, Lochkarten-, Magnetband-Gerät, grafische Display-Systeme
Technologie:	Integrierte TTL- und MOS-Schaltkreise auf ca. DIN-A4-großen Leiterplatten, teilweise MSI- und LSI-Schaltkreise
Standard-Software:	Leistungsfähiger Assembler, Bedienungsprogramme für Fernschreiber und Konsole, Hardware-Testroutine, Software-Testhilfen, Betriebsprogramme für Datenübertragung, Display-Funktionsprogramm, Mathematische Unterprogramme
Mechanischer Aufbau:	19"-Einschub von 5 Höheneinheiten (ca. 22 cm), je nach Ausbau zusätzliche Etagen von 5 Höheneinheiten. Sämtliche Baugruppen sind steckbar und ohne Eingriff in die Verdrahtung austauschbar
Anwendungen:	technisch-wissenschaftliche Datenerfassung (on line, off line) Prozeßüberwachung Prozeßsteuerung kommerzielle Datenerfassung (on line, off line) Datenfernverarbeitung Satelliten-Computer Konzentrator Informationssysteme Datenkonverter

Wir sind eine Tochtergesellschaft der Firma H. Krantz, die mit rund 2000 Beschäftigten in 6 Unternehmensbereichen Maschinen und Anlagen baut:

Maschinenfabrik

Apparate und Anlagen zum Färben, Bleichen und Trocknen für die Textilindustrie

Appreturmaschinen-Fabrik

Appreturmaschinen, insbesondere Planrahmen und Etagenrahmen für die Textilindustrie

Lufttechnik

Lufttechnische Anlagen für die Industrie und für den Komfort-Sektor

Wärmetechnik

Wärmetechnische Anlagen für alle Industriezweige, Fernheizungen

Ingenieurbüro

Planungen luft- und wärmetechnischer Anlagen

Steuer- und Regelanlagen

Schaltschränke, Steuerpulte

Krantz Elektronik

Krantz Elektronik GmbH & Co. Kommanditgesellschaft

51 Aachen, Jülicher Straße 171-175, Postfach: 990

Tel. (0241) 40 01 · Telegramme: krantzelektronik · Telex: 832 837 krawt d