

Interner Bericht

DESY F56-70/7

August 1970

CAMAC

ein System für die Programmsteuerung
von Experimenten

von

H.-J. Stuckenberg

CAMAC

ein System für die Programmsteuerung von Experimenten

1. Historie

Im Auftrag des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung wurde 1965 eine Interface-Studie angefertigt, die ein typisches Interface-System für nukleare Instrumentierung beschreibt, das im wesentlichen unabhängig von dem speziellen Experiment und dem Rechnertyp ist.

Die wichtigste Funktion des Systems ist der schnelle Datenaustausch zwischen Experimentgeräten und dem Prozeßrechner ohne Programm-Unterbrechung. Bei der Datenübertragung haben alle Funktions-Einheiten normierte Nahtstellen, so daß sich eine weitgehende Kombinierbarkeit ergibt.

Hierauf aufbauend empfahl das BMWF die Entwicklung einer rechnergeführten Experiment-Elektronik, die Ende 1967 in einer Studie eines Ausschusses für nukleare Elektronik¹ vorgeschlagen wurde. Ziel der rechnergeführten Experiment-Elektronik soll es sein, Experimente nicht nur wie bisher mit einer on-line-Datenverarbeitung, sondern mit einer on-line-real-time Verarbeitung zu versehen. Wesentlich ist also hierbei, daß nicht nur Daten vom Rechner während des Experiments aufgenommen und auf Terminals sichtbar gemacht werden, sondern daß über ein geeignetes Programm während des Experiments Instruktionen und Daten an die Experimentgeräte gegeben werden können, sei es zu Test- und Kontrollzwecken, sei es, um bestimmte Parameter des Experiments zu ändern.

Eine mögliche Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein einer geeigneten Programmiersprache sowie bestimmter Anforderungen an die Speichergröße des Prozeßrechners.

Nach Erstellen der Studie wurde bekannt, daß außerhalb der Bundesrepublik gleiche Bestrebungen begonnen hatten, vorwiegend in Harwell (England) und CERN (Genf). Es lag nahe, Kontakt mit diesen Gruppen

aufzunehmen, um ein gemeinsames System zu erstellen. Dieses System ist heute unter dem Namen CAMAC bekannt geworden, es wird sowohl von europäischen wie von amerikanischen Firmen entwickelt und gefertigt.

2. System-Auftrag

Das CAMAC-System leistet mehr als die meisten bisherigen Interface-Systeme, denn es erlaubt einer großen Zahl von Experimentgeräten, mit einem fast beliebigen Rechner in Verbindung zu treten, und zwar in beiden Richtungen, d.h. vom Experiment zum Rechner und umgekehrt. Die Experimentgeräte können elektronische Funktionen haben, deren Parameter vom Rechner kontrolliert oder mindestens gelesen werden können. Die Kontrolle bzw. das Lesen der Eigenschaften des Experiment-Geräts erfolgt über eine Zeilensteuer-einheit, einen sogenannten Crate-Controller, der zusammen mit den Experimentgeräten in einem Überrahmen sitzt. Dieser Crate-Controller ist auf der einen Seite kompatibel mit dem speziellen benutzten Computer, auf der anderen Seite mit den standardisierten Datenwegen. Es müssen daher so viele Crate-Controller-Typen vorhanden sein wie Rechner Typen benutzt werden.

Die Crate-Controller arbeiten als Verteiler zwischen dem Experimentgerät und dem Rechner, wobei sie im allgemeinen durch einen System-Controller gekoppelt werden. Es ist die Aufgabe der Crate-Controller, die Experimentgeräte innerhalb ihres Überrahmens zu adressieren und ihre Kontroll- bzw. Datengates aufzurufen, in die der Rechner Worte unter Programm-Kontrolle absetzen will oder die selbst Worte an den Rechner über Interrupt-Anforderungen oder für den autonomen Datenverkehr abgeben wollen.

Bild 2.1 zeigt die verschiedenen Anschlußmöglichkeiten im CAMAC-System². Das Experiment ist durch die Meßzone, den Kontrollbereich sowie die Terminals mit ihren Displays und den Kommunikationswegen zwischen Experiment und Rechner beschrieben. Die verschiedenen Interface-Geräte nehmen entweder Daten und Instruktionen vom

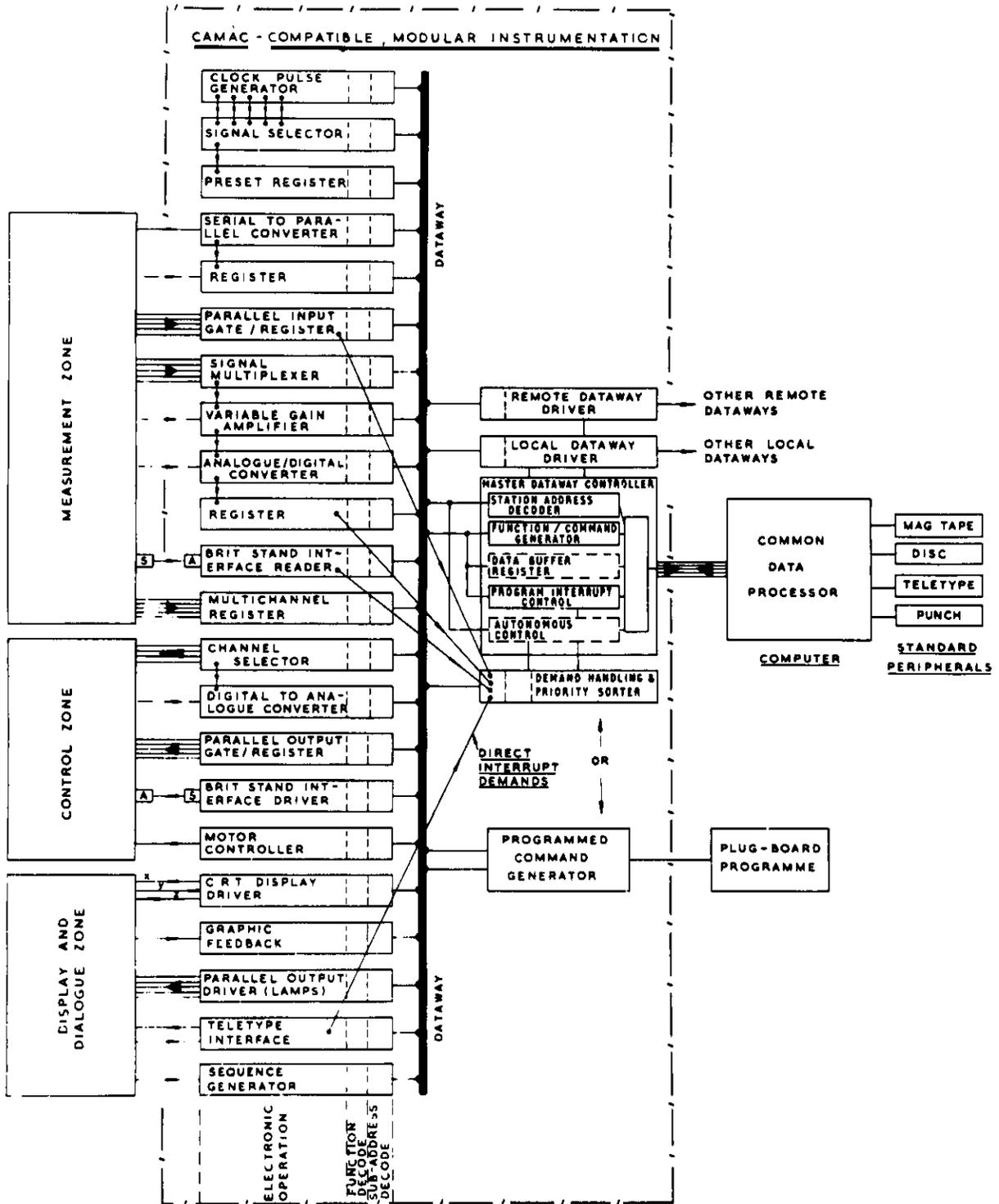


Bild 21
Anschlußmöglichkeiten im CAMAC-System

Experiment oder vom Rechner an und leiten sie in geeignetem Format über die richtigen Wege weiter. Die Daten und Befehle werden über eine sogenannten Datenstraße (Data Highway) geschleust, die in Abschnitt 4 beschrieben wird.

3. Mechanik und Stromversorgung³

3.1 Mechanik

Die mechanischen Einschübe sind in den vergangenen Jahren immer schmaler geworden, als man von Röhren über Transistoren auf integrierte Schaltkreise überwechselte. Die 19"-Überrahmen wurden vor 10 Jahren noch in 5 Teile geteilt (z.B. Harwell-2000-System), durch ESONE 1961 in 8, durch NIM 1964 in 12 Teile. Der Einsatz von integrierten Schaltkreisen mit ihrer geringen Bauhöhe führt nun beim CAMAC-System zu 25 Einschüben bei einer Breite von 17,2 mm. Die Wahl von 17,2 wurde getroffen, um für 2x17,2 mm einen NIM-Einschub zu verwenden, der 34,4 mm breit ist. NIM- und CAMAC-Einschübe können also gemischt benutzt werden, wenn nur Teile des Experiments unter Programm-Kontrolle arbeiten sollen. Bild 3.1 zeigt die Einschübe für 17,2 mm und 34,4 mm im Detail. Die CAMAC-Kassetten sind länger als die NIM-Einschübe, daher müssen an die NIM-Kassetten Adapter angeschlossen werden, wenn NIM und CAMAC im gleichen Überrahmen verwendet werden sollen. Bild 3.2 zeigt den CAMAC-Überrahmen von vorne mit seinen Maßen und der Detailzeichnung für die Führungsschiene.

3.2 Stromversorgung

Die Stromversorgung enthält ± 6 V, je 25 A, wovon maximal 2 A pro Einschübbreite (die Einheit ist 17,2 mm) verwendet werden dürfen, die Spannungstoleranz ist $\pm 2,5$ %. Außerdem stehen ± 24 V je 6 A zur Verfügung, wovon 1 A pro Einschübbreite verbraucht werden darf. Ohne Ventilation dürfen im Überrahmen 200 W nicht überschritten werden, mit Ventilation bis zu 600 W. Die Verdrahtung der Ströme an die Einschübe geschieht über ein Mehrebenen-Motherboard. Die Höhe des Stromversorgungsteils darf 145 mm nicht überschreiten, da im oberen Teil der Kassettenrückwand weitere Stecker angeschlossen werden können.

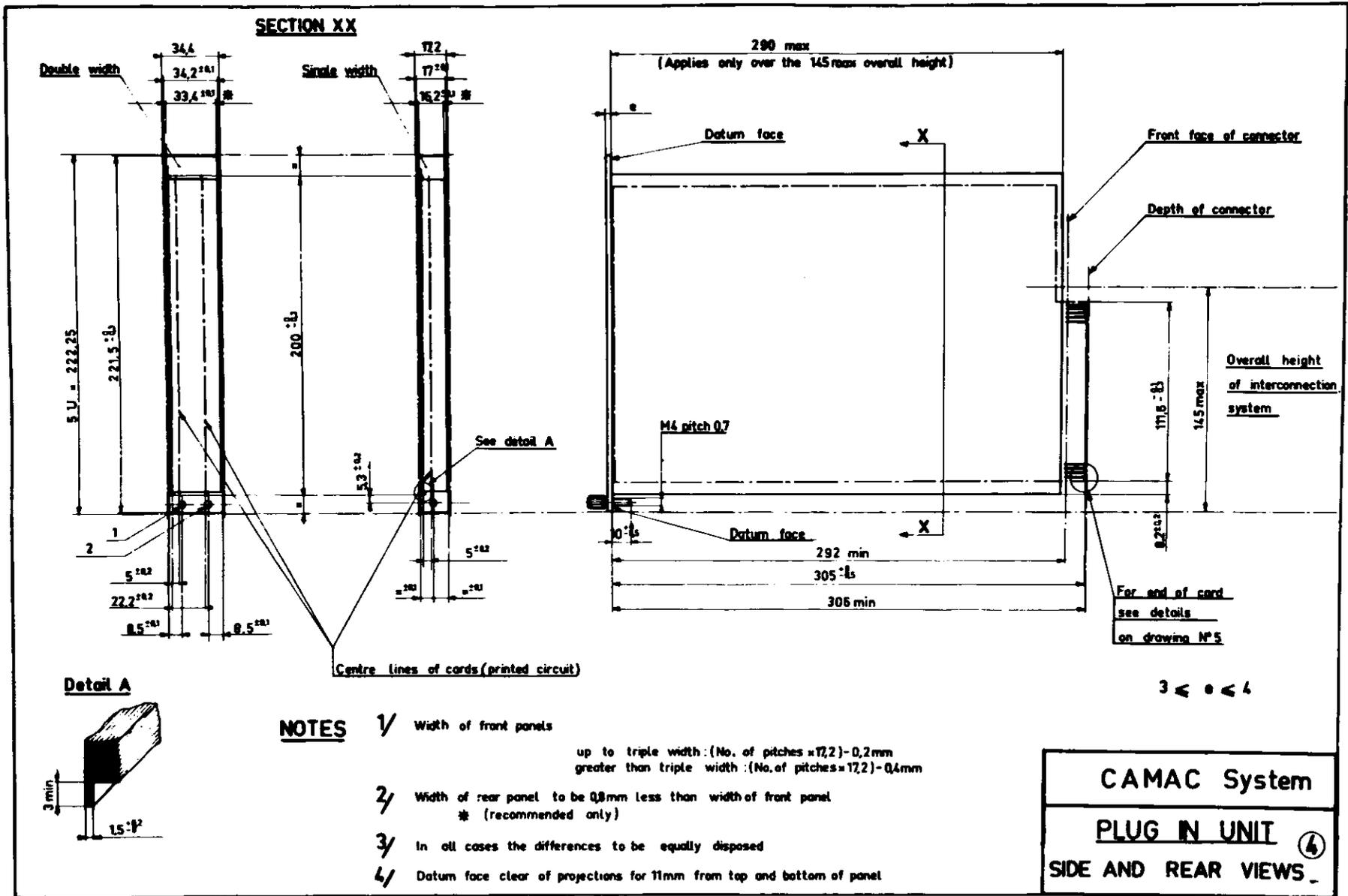


Bild 31

Maße eines CAMAC-Einschubes

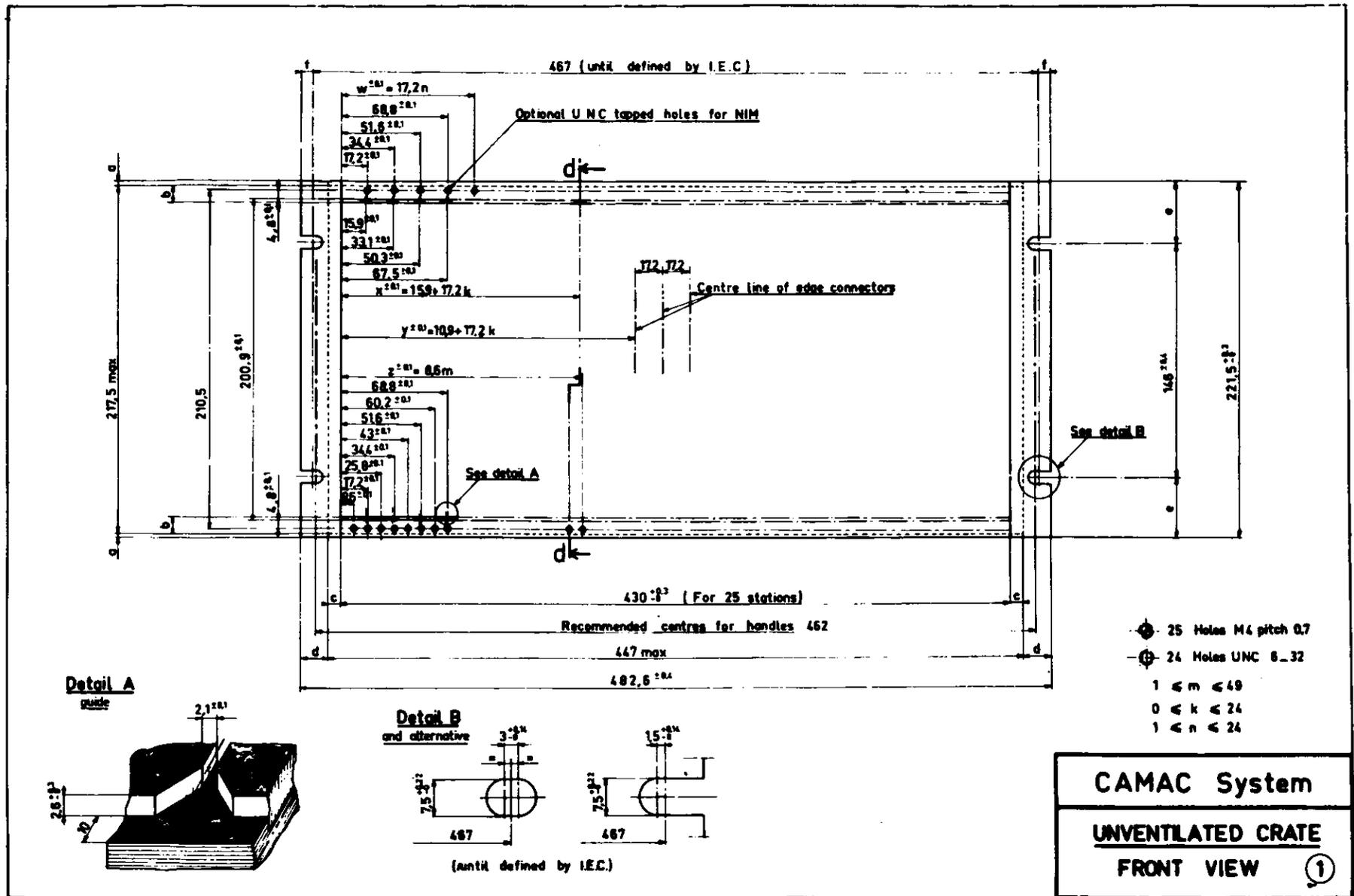


Bild 3.1
 Maße des CAMAC-Überrahmens

3.3 Steckverbindungen

Der Stecker für die Datenstraße, der in jeden Einschub montiert ist, ist ein 2x43=86 poliger Stecker mit 0,1"=2,54 mm Kontakt-
abstand. Das Fabrikat ist nicht festgelegt, wohl aber die Maxi-
malmaße (111,6+0,2 mm Höhe) und die Position des Steckers inner-
halb der Kassette bzw. des Überrahmens. Detailzeichnungen finden
sich in Ref. 3. Die Pinbelegung des Steckers ist ebenfalls genormt,
die wesentlichen Anschlüsse werden in Abschnitt 4 erläutert.

Außer der Vielfach-Steckverbindung für die Datenstraße kann auf
der Frontplatte der Einschübe auch eine Koaxial-Steckverbindung
montiert werden. Diese muß vom Typ LEMO-00C50 (50 Ω Impedanz)
sein.

Wenn mehrere Überrahmen innerhalb eines CAMAC-Systems arbeiten,
müssen die Crate-Controller über ein weiteres Vieldrahtsystem,
den sogenannten Datenzubringer (Branch Highway) verbunden werden.
Im Gegensatz zur horizontal (innerhalb eines Überrahmens) ge-
führten Datenstraße entsteht so zusätzlich eine vertikale Daten-
übertragungsstrecke, die durch einen 108-poligen Hughes-Stecker
(Typ W'SS) verbunden wird. Zusätzlich können auf Crate - Controller
z.B. für das Sortieren der LAM-Signale weitere 52-polige Steck-
verbindungen vom Typ CANNON 2DP52P verwendet werden.

4. Datenstraße im Überrahmen³

4.1 Busleitungssystem

Der Verkehr mit den Experimentogeräten innerhalb des Überrahmens
geschieht über eine Datenstraße, d.h. ein passives Vieldrahtsystem.
Es ist als Bus-Leitung ausgeführt und geht über eine 86-polige
Vielfachsteckverbindung, die in jedem Einschub vorhanden ist. Ein
typischer Datenverkehr verbindet mindestens 2 Einschübe, von denen
einer der Controller (z.B. Crate-Controller), der andere der kon-
trollierte Einschub ist.

Während der Operation auf der Datenstraße erzeugt der Controller
ein Befehlsword, das aus der Stations-Nummer (Adresse) eines oder
mehrerer zu adressierender Einschübe, aus einer oder mehreren

Subadressen, mit denen bestimmte Einheiten innerhalb der Einschübe aufgerufen werden sollen, und einem Funktionsteil besteht, der die auszuführende Operation beschreibt. Das Befehlswort wird von einem Busy-Signal begleitet, das zu allen Stationen (Einschüben) geführt wird und anzeigt, daß zur Zeit eine Datenoperation abläuft.

Wenn ein Einschub einen Lese-Befehl erhält, der zur Datenübertragung an den Controller auffordert, gibt er seine Daten auf die Lese-(Read)Busleitung. Erhält ein Controller ein Schreibe-Signal, gibt er die zugehörigen Daten über die Schreibe-(Write) Busleitung an den adressierten Einschub. Aber unabhängig davon, ob eine Übertragung auf der R- oder W-Leitung stattfindet, kann der Einschub ein Status-Bit auf die Anfrage-(Response)Busleitung (Q-Bus) schicken.

Auf zwei weiteren getrennten Busleitungen können zwei Zeitsignale, Strobe S1 und Strobe S2, erzeugt werden, die dazu benutzt werden, Daten vom Datenweg in den Einschub (bei Schreibe-Befehlen) oder in den Controller (bei Lese-Befehlen) zu schalten.

Sie können außerdem weitere Abläufe zwischen dem Einschub und Controller starten.

Findet zur Zeit kein Datenverkehr statt, d.h. fehlt das Busy-Signal, kann jeder Einschub ein "Beachte mich!"-Signal (Look at me = LAM) auf eine Leitung schicken, um eine Anforderung zu melden.

Drei weitere Kontroll-Signale werden zu jedem Einschub ohne besondere Adresse geführt, das sind

- Beginn einer Operation = Initialize
- Nullstellen der Register = Clear
- Verbot, z.B. einer Übertragung = Inhibit

Alle erwähnten Befehls- und Datenleitungen werden im folgenden etwas genauer erläutert.

4.2 Befehle

Ein Befehl auf der Datenstraße besteht, wenn z.B. ein Einschub adressiert wird, aus der individuellen Stationsnummer (1 Leitung), der Subadresse (4 Busleitungen) und der Instruktion (5 Busleitungen). Die Befehlssignale ebenso wie das Bussignal bleiben während der Dauer der Ausführung auf der Datenstraße stehen.

4.2.1 Station-Nummer (N)

Jeder Einschub (Station) wird durch ein Signal adressiert, das auf einer individuellen Leitung (N) kommt, die auf einem separaten Pin des Crate-Controller-Steckers verdrahtet ist. Die Einschübe werden, wenn man auf die Frontplatte blickt, vom linken Ende des Überrahmens im Dezimalcode gezählt.

4.2.2 Subadressen (A8, A4, A2, A1)

Durch die 4 Busleitungen werden bis zu 16 einzelne Sektionen innerhalb eines Einschubs adressiert. Die Subadressen können z.B. bestimmte Register aufrufen oder auch das Status-Bit auf der Anfrage-(Response)Leitung kontrollieren.

4.2.3 Funktionscode (F16, F8, F4, F2, F1)

Durch den 5-Bit-Code werden die 32 Funktionen bestimmt, die innerhalb der Subadressen ausgeführt werden sollen. Im allgemeinen werden dadurch Register aufgerufen, eine Funktion auszuführen. Um möglichst flexibel zu sein, werden die Register in 2 Gruppen getrennt, Gruppe 1 und 2. Dadurch wird es möglich, mit mehr Registern als den 16 zu operieren, die durch die Subadresse aufgerufen werden.

4.2.3.1 Lese-Befehle (Read Commands), Funktionscodes 0-7

Sie bestimmen die Übertragung von Informationen von einem Einschub zum Controller über die R-Bus-Leitungen. Der Einschub schickt die Daten auf den R-Bus, sobald er den Lesebefehl erkannt hat, dazu setzt er ein geeignetes Statussignal auf die Q-Busleitung. Die R- und Q-Daten müssen ihren Pegel zeitlich vor dem Strobe S1 erreichen.

Der Datenempfänger, im allgemeinen Fall der Controller, strobt die Daten zur Zeit S1 von den R- und Q-Leitungen zu sich.

Auch sequentielle Adressierung ist möglich, dann erhalten alle Datenregister eine aufsteigende Subadresse. Wird diese aufgerufen, setzt der Einschub eine 1 auf die Status-Q-Leitung, sonst steht dort eine 0.

Die einzelnen Codes von 0 bis 7 haben folgende Bedeutung:

Code 0 (00000): Gruppe 1 - Register Lesen

Der Inhalt eines durch Subadresse aufgerufenen Registers der Gruppe 1 wird zum Controller übertragen, dabei bleibt der Registerinhalt ungeändert.

Code 1 (00001): Gruppe 2 - Register Lesen

Bedeutung wie bei Code 0, nur für Register der Gruppe 2.

Code 2 (00010): Gruppe 1 - Register Lesen und Nullsetzen

Bedeutung wie bei Code 0, Inhalt wird zur Strobezeit S1 übertragen, aber zur Strobezeit S2 auf Null gesetzt (Clear).

Code 3 (00011): Gruppe 1 - Register Lesen des Komplements

Das Komplement des Inhalts eines durch Subadresse aufgerufenen Registers wird in den Controller übertragen. Der Inhalt des Registers bleibt dabei ungeändert.

Code 4-7 (00100 bis 00111)

Sie dienen auch zur Übertragung eines Registerinhalts vom Einschub zum Controller. Codes 4 und 6 können dabei für nicht standardisierte Funktionen benutzt werden, Codes 5 und 7 sind reserviert für die Erweiterung des Standard-Code.

4.2.3.2 Kontroll-Befehle (Control Commands), Funktionscodes 8-15

Während der Kontroll-Befehle werden keine Daten auf den R- oder W-Busleitungen übertragen, dafür aber Signale auf der Q-Busleitung. Diese Signale werden zur Strobozeit S1 in den Controller gestrobt und können (mit Ausnahme in Code 8) zur Strobozeit S2 zurückgestellt werden.

Code 8 (01000): Test Look-at-Me (Beachte mich!)

Dieser Befehl ruft über eine Subadresse den Look-at-Me (LAM)-Generator im Einschub auf und überträgt den derzeitigen Status des LAM-Signals während des Strobs S1 in den Controller.

Code 9 (01001): Gruppe 1 - Register Nullsetzen (Clear)

Der Inhalt des durch die Subadresse aufgerufenen Registers der Gruppe 1 wird auf Null gesetzt.

Code 10 (01010): LAM Nullsetzen (Clear)

Bedeutung wie bei Code 8, jedoch wird zur Strobozeit S2 der LAM-Status im Einschub auf Null gesetzt.

Code 11 (01011): Gruppe 2 - Register Nullsetzen (Clear)

Der Inhalt des durch die Subadresse aufgerufenen Registers der Gruppe 2 wird auf Null gesetzt.

Codes 12-15 (01100 bis 01111)

Codes 12 und 14 können für nicht standardisierte Funktionen, mit Ausnahme der Übertragung auf R- und W-Leitungen benutzt werden, Codes 13 und 15 sind für Erweiterungen des Standard-Codes reserviert.

4.2.3.3 Schreibe-Befehle (Write Commands), Funktionscodes 16-23

Diese Befehle beschreiben die Übertragung von Informationen vom Controller zu den Einschüben über die W-Busleitungen. Der Einschub gibt, sobald der Schreibe-Befehl entziffert ist, auf die Q-Busleitung ein geeignetes Statussignal. Die W- und Q-Signale müssen ihren vollen Pegel vor dem Erscheinen des Strobesignals S1 erreichen, durch das sie in den Einschub gestrobt werden.

Ebenso wie beim Lesen ist auch beim Schreiben die sequentielle Adressierung möglich. Wird eine Subadresse aufgerufen, setzt der Einschub eine 1 auf die Q-Leitung, sonst eine 0.

Code 16 (10000): Gruppe 1 - Register Überschreiben (Overwrite)
Der Inhalt des durch die Subadresse aufgerufenen Registers der Gruppe 1 wird mit den Daten, die auf den W-Busleitungen vom Controller kommen, gesetzt.

Code 17 (10001): Gruppe 2 - Register Überschreiben (Overwrite)
Bedeutung wie bei Code 16, nur für Register der Gruppe 2.

Code 18 (10010): Gruppe 1 - Register selektiv überschreiben
Durch die Subadresse wird ein Register der Gruppe 1 aufgerufen. Ein getrenntes Maskenregister bestimmt, welche Bits im aufgerufenen Register gesetzt werden müssen, um mit den Daten, die vom Controller über die W-Busleitungen kommen, übereinzustimmen.

Code 19 (10011): Gruppe 2 - Register selektiv überschreiben
Bedeutung wie bei Code 18, nur für Register der Gruppe 2

Codes 20-23 (10100 bis 10111)

Diese Befehle setzen in den Einschüben den Inhalt von Registern entsprechend den Daten, die vom Controller auf die W-Busleitungen geschickt werden. Codes 20 und 22 können für nicht standardisierte Funktionen benutzt werden, Codes 21 und 23 dienen der Erweiterung der Standard-Codes.

4.2.3.4 Kontroll-Befehle (Controll Commands), Funktionscodes 24-31

Während der Kontroll-Befehle werden keine Daten auf den R- oder W-Busleitungen übertragen, dafür aber Signale auf den Q-Leitungen. Diese Signale werden zur Strobezeit S1 in den Controller gestrobt und können (mit Ausnahme in Code 27) zur Strobezeit S2 zurückgestellt werden.

Code 24 (11000): Verhindern (Disable)

Dieser Befehl ruft über eine Subadresse ein Funktionsregister im Einschub auf und verhindert die dort anstehende Funktion, z.B. ein LAM-Signal oder eine Dateneingabe.

Code 25 (11001): Incrementierung vorgegebener Register

Dieser Befehl addiert gleichzeitig eine 1 zum Inhalt jedes Registers in einer von 16 Gruppen, die durch die Subadresse aufgerufen ist.

Code 26 (11010): Erlauben (Enable)

Bedeutung wie bei Code 24, nur statt verhindern jetzt erlauben

Code 27 (11011): Test Status

Dieser Befehl ruft über Subadressen jede Funktionsmöglichkeit des Einschubs auf (mit Ausnahme der LAM-Anfrage, siehe Code 8) und testet sie durch Abfragen des erzeugten Status-Signals auf der Q-Leitung.

Codes 28-31 (11100 bis 11111)

Die Codes 28 und 30 können für nicht standardisierte Funktionen mit Ausnahme der Übertragung auf R- und W-Leitungen benutzt werden, Codes 29 und 31 sind für Erweiterungen des Standard Codes reserviert.

4.3 Strobe-Signale S1 und S2

Die beiden Strobe-Signale werden zeitlich aufeinanderfolgend auf getrennten Busleitungen erzeugt. Sie werden, wie mehrfach schon erwähnt, zum Informationsaustausch auf der Datenstraße benutzt. Beide Strobesignale können während jeder Aktion auf der Datenstraße benutzt werden, Strobe S1 für Operationen, bei denen der Zustand der Signale auf den R- und W-Leitungen nicht verändert werden, Strobe S2, wenn Daten geändert werden sollen, z.B. für das Nullsetzen von Registern.

4.4 Daten

Alle Informationen, die über die Datenstraße transportiert werden, heißen Daten, dazu gehören also auch Informationen, die mit Status- oder Kontrollfunktionen im Einschub zu tun haben. Bis zu 24 Bits parallel können zwischen dem Controller und seinen zugehörigen Einschüben übertragen werden. Unabhängige Leitungen (Read- und Write- = R- und W-Busleitungen) sind für den Datenverkehr in zwei Richtungen vorgesehen, d.h. 24 Leitungen in jeder Richtung.

4.4.1 Schreibe-Leitungen (Write Lines) W1 bis W24

Der Controller erzeugt Datensignale auf den W-Leitungen zu Beginn jeder Schreibe-Operation. Die Art der Operation ist in Abschnitt 4.2.5 beschrieben.

Die W-Busleitungen arbeiten meist nur mit einer Datenquelle (dem Controller) und mit vielen Datenempfängern (den Einschüben).

4.4.2 Lese-Leitungen (Read Lines) R1 bis R24

Sobald das Lese-Kommando vom Einschub erkannt ist, setzt er die entsprechenden Daten auf den R-Busleitungen ab. Die Operation ist in Abschnitt 4.2.3 beschrieben.

Die R-Leitungen arbeiten normalerweise mit einem Empfänger (dem Controller) und vielen Datenquellen.

4.5 Status-Informationen

Status-Informationen sind Signale auf den Look-at-Me (L-), Busy (B)- und Response (Q)-Leitungen.

4.5.1 Look-at-Me = LAM (L)

Diese Leitung ist ähnlich wie die N-Leitung eine individuelle Verbindung von jedem Einschub zu einem separaten Pin im Stecker des Controllers. Wenn keine Übertragung auf der Datenstraße stattfindet, kann jeder Einschub ein LAM-Signal erzeugen, um anzugeben, daß er beachtet werden möchte.

Wenn die LAM-Anforderung geschieht, weil eine bestimmte Operation gewünscht wird, z.B. das Auslesen des Inhalts eines Datenregisters, sollte anschließend die Anforderung durch die Ausführung der Operation auf Null gesetzt werden.

4.5.2 Busy-Signal (B)

Das Busy-Signal ist während der Dauer einer Operation auf der Datenstraße existent, d.h. bereits wenn ein N-Signal vorhanden ist. Mögliche L-Signale werden aus der Datenstraße herausgaget, solange ein B-Signal gesetzt ist.

4.5.3 Anfrage-Signal = Response signal (Q)

Das Q-Signal zeigt während einer Aktion auf der Datenstraße den Zustand (Status) einer bestimmten Eigenschaft des Einschubs an. Während aller Lese- und Schreibe-Befehle muß das Q-Signal bis zur Strobezeit S2 konstant bleiben. Bei allen anderen Befehlen kann das Q-Signal seinen Zustand zu jeder Zeit ändern.

4.6 Gemeinsame Kontroll-Signale

Diese arbeiten in allen angeschlossenen Einschüben, ohne extra adressiert zu werden. Um gegen zufällige Störsignale geschützt zu sein, werden die Kontroll-Signale Anfangszustand (Initialize) und Nullsetzen (Clear) vom Strobesignal S2 begleitet.

4.6.1 Anfangszustand = Initialize (Z)

Das Z-Signal hat absolute Priorität gegenüber allen anderen Signalen. Es setzt alle Einheiten in einen definierten Anfangszustand durch Nullstellen aller Daten- und Kontroll-Register sowie aller L-Signale.

4.6.2 Verboten = Inhibit (I)

Die Anwesenheit eines I-Signals verbietet dem Einschub oder einem Teil davon (Register) jede Aktivität. Das I-Signal kann zeitlich herausgaget werden, wenn bestimmte Zwischenaktionen erlaubt sind.

4.6.3 Nullsetzen = Clear (C)

Dieses Signal setzt alle angeschlossenen Register oder Flip-Flops auf Null.

4.7 Private Verdrahtung (P)

Auf dem 86-poligen Stecker in jedem Einschub sind 5 Pins (P1 - P5) nicht vorverdrahtet, sie sind frei für private Verbindungen. In dem Controller sind 7 Pins (P1 - P7) verfügbar.

Die auf den P-Leitungen vorhandenen Signale müssen entweder schon existent sein, während Busy-Signale auf die Leitungen gehen oder sie müssen Anstiegs- und Abfallzeiten von länger als 200 nsec haben (vgl. Abschnitt 4.9.3).

4.8 Power-Leitungen

Die vorgeschriebenen Stromversorgungen liefern ± 24 V und ± 6 V. Für die Null-Leitung sind zwei Stromkreise vorgesehen, eine für die Rückführung großer Ströme über 2 Pins der Vielfachstecker, eine andere unabhängige und isolierte Rückleitung (E) für kleine Ströme als "saubere" Erde. Zwei Power-Busleitungen (Y1, Y2) sind für mögliche zukünftige Spannungen reserviert, sie dürfen standardmäßig nicht verdrahtet werden. Zusätzliche Power-Busleitungen sind z.B. für USA-NIM-Geräte bereitgestellt, die mit CAMAC-Geräten gemischt betrieben werden sollen, dies sind Leitungen für ± 12 V und große Ströme sowie für +200 V und kleine Ströme (z.B. Nixie-Röhren, Neon-Anzeigelampen) und 117 V AC.

4.9 Digitale Signale auf der Datenstraße

Das Potential der Binärsignale ist durch die übliche TTL- oder DTL-Technik festgelegt. Die Signalkonvention ist aber auf negative Logik bezogen, d.h. die logische 0 stellt das positivere Signal dar. ODER-Ausgänge sind daher aus Standard-Schaltkreisen (also UND in positiver Logik) vorhanden, nicht verbundene Eingänge gehen auf den 0-Zustand. Die ODER-Ausgänge werden im CAMAC-System sehr häufig benutzt, da viele Einschübe ihre Signalausgänge z.B. auf die R- und Q-Leitungen führen. Ähnlich ist es mit anderen Busleitungen.

4.9.1 Spannungs-Standard auf der Datenstraße

Nach dem Obengesagten gilt folgende Tabelle:

	0-Zustand	1-Zustand
Am Eingang eingenommen	+2,0 bis +5,5 V	0 bis +0,8 V
Am Ausgang erzeugt	+3,5 bis +5,5 V	0 bis +0,5 V

4.9.2 Strom-Standard auf der Datenstraße

Die benötigten Ströme richten sich nach den Eingangsströmen der benutzten Logik im 0- bzw. 1-Zustand. Für alle Busleitungen befindet sich der Arbeitswiderstand im Crate Controller, damit nur eine Stromquelle pro Busleitung vorhanden ist. Für die N- und L-Leitungen ist dieser Widerstand in dem Einschub, der die Signale erzeugt. In der nachfolgenden Tabelle sind alle vorgeschriebenen Ströme angegeben:

Bezeichnung der Leitung	1 - Zustand	0 - Zustand	
	Minimalstrom, der bei 0,5 V durch jeden Einschub, der das Signal erzeugt, aus der Leitung gezogen wird.	Maximalstrom, der bei 0,5 V von jedem Einschub, der das Signal empfängt, in die Leitung geschickt wird.	Maximalstrom, der bei +3,5 V durch jeden Einschub, der das Signal erzeugt oder empfängt, aus der Leitung gezogen wird.
N	6,4 mA	1,6 mA	100 µA pro Einheitsbreite der Frontplatte
L Q R	16 mA	(Der Gesamtstrom aus allen Einschüben in jede Leitung darf 6,4 mA nicht übersteigen)	
W A F S B Z I C	(25-n)1,6+9,6 mA wo n die Zahl der Einheitsbreiten der Frontplatte des Einschubs ist, der das Signal erzeugt	1,6 mA pro Einheitsbreite der Frontplatte	

4.9.3 Timing der Signale auf der Datenstraße

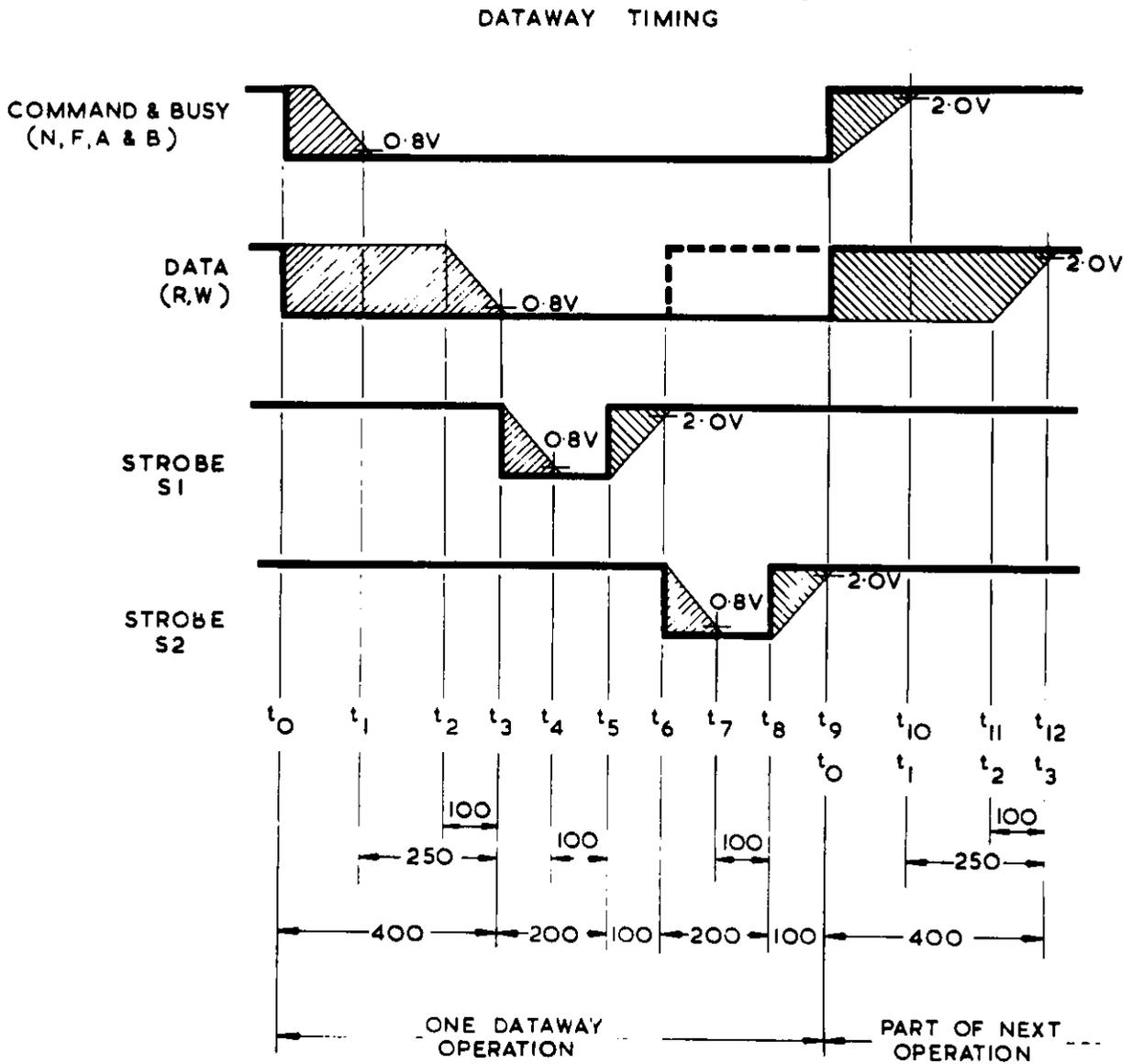
Die Reihenfolge der Ereignisse in einer Operation auf der Datenstraße ist in Bild 4.1 gezeigt. Die schraffierten Flächen geben die erlaubten Toleranzen der Signale, bezogen auf ideale Rechtecksignale, an. Die angegebenen Pegel 0,8 und 2 V sind die Schwellen zur logischen 1 bzw. 0. Die angegebenen Zeiten stellen den theoretischen bzw. praktischen Beginn oder Abschluß eines logischen Übergangs dar. Der früheste Zeitpunkt, an dem der zweite Zyklus starten darf, ist t_9 .

5. Datenzubringer-System bei mehreren Überrahmen (Branch Highway)⁴

5.1 Der Zubringer

Besteht ein CAMAC-System aus mehreren Überrahmen, muß zwischen den Crate Controllern ein weiteres Übertragungssystem aufgebaut werden. Es können bis zu 7 Überrahmen durch den Datenzubringer (Branch Highway) verbunden werden. Die Einschübe in jedem Überrahmen werden durch ihren Crate Controller betreut, der die Befehle und Daten über den Datenzubringer erhält. Zwischen aufeinanderfolgenden Crate Controllern ist das Zubringer-System durch ein twisted-pair-Kabel mit Vielfachsteckverbindungen ausgeführt, auf dem die Signale standardisiert sind. In jedem Crate Controller kommen die Kabel vom vertikalen Zubringer an und werden auf die horizontale Datenstraße verteilt. Zwischen diesen Systemen befinden sich in jeder Leitung Trennverstärker (Buffer). Die Verbindung des Zubringers mit anderen externen Teilern des Systems erfolgt über ein Treibersystem. Die normale Operationsart im Zubringer besteht aus Befehlen, verbunden mit Operationen in der Datenstraße.

Der Zubringer hat zwei Möglichkeiten, Anforderungen abzuwickeln (Demand handling), die meist als LAM-Signale erscheinen. Ein einfaches System (Branch Demand) stellt nur die Anwesenheit eines oder mehrerer LAM-Signale fest, ohne die Quelle zu identifizieren und Übertragungsoperationen auszuführen. Ein aufwendiges System erlaubt es, bis zu 2⁴ verschiedene Anforderungen innerhalb des



TIMES GIVEN ARE MINIMUM VALUES IN NANOSECONDS

FIG 9 TIMING OF A DATAWAY OPERATION.

Bild 4.1

Zeitbasis für den Datenweg

Zubringers durch eine Übertragungsoperation zu identifizieren, es wird als Graded-L-mode bezeichnet. Hierfür ist ein geeignetes Prioritätsschema entwickelt.

Übertragungen auf dem Zubringer werden durch Transfer-Signale kontrolliert, die das Timing jeder Operation justieren.

Das im Abschnitt 4.6.1 als Initialise beschriebene Kontrollsignal wird grundsätzlich durch den Zubringer geschleift.

5.2 Leitungen im Zubringer-System

Alle Leitungen im Zubringer sind in der folgenden Tabelle enthalten, in der auch die Quelle für die Signale auf den Leitungen sowie ihre wichtigste Anwendung beschrieben sind. Die Leitungen im Zubringer unterscheiden sich in der Benennung von den korrespondierenden Leitungen in der Datenstraße nur durch Vorsetzen des Buchstaben B (Branch), d.h. dem Funktionscode F in der Straße entspricht BF im Zubringer.

Die Befehlssignale enthalten die Überrahmenadresse auf 7 Leitungen, das Multiadress-Signal auf 1 Leitung, das anzeigt, das mehr als ein Überrahmen benutzt wird, binär codierte Stations-Nummern auf 5 Leitungen, die Subadresse auf 4 Leitungen sowie den Funktionscode auf 5 Leitungen.

Die Daten werden über 24 Leitungen gelesen oder geschrieben, über die gleichen Leitungen gehen auch die Graded-L-Signale. Zu den Datenleitungen zählt auch die Anfrage-(Status-)Leitung. Die Datenübertragung wird durch 4 Transfersignale kontrolliert, die weitere 4 Leitungen beanspruchen.

Schließlich werden noch 2 Leitungen benötigt, um anzuzeigen, in welcher Art die LAM-Anforderung behandelt wird.

Die letzte von 54 Leitungen überträgt das bereits erwähnte Signal Initialise.

Bezeichnung		Abkürzung	Erzeugt von	Zahl der Leitungen	Benutzung
Befehl	Überrahmen Adresse	BCR1-BCR7	Treiber	7	Jede Leitung adressiert einen Überrahmen im Zubringer
	Multi-Adresse	BM	Treiber	1	Mehr als 1 Überrahmen
	Stationsnummer	BN1,2,4,8,16	Treiber	5	Binär codierte Stationsnummer
	Subadresse	BA1,2,4,8	Treiber	4	Wie in Datenstraße A
	Funktion	BF1,2,4,8,16	Treiber	5	Wie in Datenstraße F
Daten	Lesen/Schreiben	BRW1-BRW24	Treiber oder Crate Controller	24	Für Lesen/Schreiben/Graded-L
	Anfrage	BQ	Crate Controller	1	Wie in Datenstraße Q
Übertragung	Transfer A	BTA	Treiber	1	Zur Kontrolle der Übertraungen
	Transfer B	BTE	Crate Controller	1	
	Transfer C	BTC	Crate Controller	1	
	Transfer D	BTD	Crate Controller	1	
Abwicklung von Anforderungen	Einfache Anford.	BD	Crate Controller	1	Anzeige einfache Art
	Graded-L-Anford.	BG	Treiber	1	Anzeige Prioritätsoperation
Gemeinsame Kontrollleitung	Initialise	BZ	Treiber	1	Wie in Datenstraße Z

5.2.1 Befehle

Die Befehle werden benutzt, um die Operationen auszulösen und zu überwachen. Während Operationsbefehle ausgeführt werden, muß die BG-Leitung auf 0 stehen. Ähnlich wie bei der horizontalen Datenstraße werden die Befehle über die BCR-, BM-, BN-, BA- und BF-Leitungen gesandt. Sie werden immer durch das Treibersystem auf den Zubringer geschickt und müssen so lange konstant bleiben, wie die Übertragungssignale vorhanden sind.

5.2.1.1 Überraahmen-Adresse (BCR1-BCR7)

Jeder Crate Controller im Zubringer wird durch ein Signal auf einer der 7 Adreßleitungen aufgerufen. Überraahmenadresse 0 ist für Benutzung außerhalb des Zubringers reserviert, z.B. für den Überraahmen, der den Treiber oder den System Controller enthält.

5.2.1.2 Multi-Adresse (BM)

Wird mehr als 1 Überraahmen benutzt, wird die Adreßleitung BM auf 1 gesetzt. Dadurch wird das Transfersignal BTC vorbereitet, das nur bei Operationen mit mehreren Überraahmen benutzt wird.

5.2.1.3 Stations-Nummer (BN1,2,4,8,16)

Die 5-Bit-Stationsadresse gibt binär codiert den Einschub innerhalb des oder der aufgerufenen Überraahmens an. Sie wird im Crate Controller decodiert. Die 32 Möglichkeiten sind:

Code 0	- reserviert
Code 1-24	- Adresse der Einschübe 1-24 innerhalb des Überraahmens
Code 25	- Adresse des Crate Controllers für die Operation auf der Datenstraße mit B, S1, S2
Code 26-27	- reserviert
Code 28	- Adresse für eine vorgewählte Gruppe von Einschüben
Code 29	- Adresse für alle Einschübe gemeinsam
Code 30	- Adresse für Crate Controller ohne B-, S1- oder S2-Erzeugung
Code 31	- reserviert

5.2.1.4 Subadressen (BA1,2,4,8)

Signale auf diesen Leitungen werden über die Datenstraßen-Leitungen A geschickt und wie in Abschnitt 4.2.2 behandelt.

5.2.1.5 Funktionscode (BF1,2,4,8,16)

Signale auf diesen Leitungen werden über die Datenstraßen-Leitungen F geschickt und wie in Abschnitt 5.2.3 behandelt.

5.2.2 Daten

5.2.2.1 Lesen und Schreiben (BRW1-BRW24)

Wenn auf dem vertikalen Zubringer ein Lesebefehl erscheint, werden die 24 Leitungen zum Übertragen von Daten aus dem adressierten Crate Controller in Richtung zum Treiber benutzt, wobei BRW1 zur Leitung R1 der horizontalen Datenstraße gehört usw. Die Signale auf den BRW-Leitungen müssen so lange konstant bleiben als ein Transfer-Signal auf der BTA-Leitung und die Busy-Leitung im Überrahmen im Zustand 1 ist.

Trifft jedoch ein Schreibe-Befehl ein, werden Daten vom Treiber zum Crate Controller über die BRW-Leitungen gesandt, wobei BRW1 jetzt zur Datenleitung W1 in der horizontalen Datenstraße gehört.

Während einer Graded-L-Operation werden die BRW-Leitungen benutzt, um das Muster oder Anforderungen von allen Crate Controllern an den Treiber zu übertragen.

5.2.2.2 Anfrage-(Response-)Leitung (BQ)

Ähnlich wie beim horizontalen Datenverkehr sendet der Crate Controller während des Befehlszyklus über die BQ-Leitung ein Status-Signal.

5.2.3 Übertragungskontrolle

Alle Übertragungen auf dem vertikalen Datenzubringer mit Ausnahme der einfachen Anforderung BD und dem Initialize-Signal BZ werden durch die Transfer Signale kontrolliert, die entweder vom Treiber oder von den Crate Controllern erzeugt werden. Das BTA-Signal wird zur Transfer-Kontrolle auf dem Zubringer vom Treiber aus benutzt, das BTB-Signal zur Kontrolle von einem Crate-Controller aus, während das BTC-Signal nur eingesetzt wird, wenn mehrere Übernahmen und Crate-Controller an der Übertragung beteiligt sind. Das BTD-Signal ist reserviert für mögliche spätere Verwendung in noch nicht definierten Sub-Systemen.

Das Zeitverhalten der Kontroll-Signale sowie ihre Funktionen beim Übergang zwischen den beiden logischen Pegeln 1 und 0 sind ausführlich in Ref. 4 beschrieben.

5.2.4 Behandlung von Anforderungen

Die Befehle werden außerhalb des Zubringers erzeugt und vom Treiber über den Zubringer transportiert. LAM-Signale von irgendwelchen Einheiten innerhalb des Zubringer-Systems erfordern im allgemeinen, daß bestimmte Befehle erzeugt werden. Diese Anforderungen müssen über den Zubringer nach außerhalb gebracht werden, z.B. an den Rechner oder andere Hardware.

5.2.4.1 Einfache Anforderung (BD)

Jeder Crate Controller kann ein Anforderungssignal erzeugen, wenn er ein L-Signal von der horizontalen Datenstraße erhält. Dieses Signal wird über ein ODER-Gate auf die Anforderungsleitung (BD) im Zubringersystem geschickt.

5.2.4.2 Graded-L-Anforderung (BG)

Wenn eine Anforderung im Graded-L-Mode auf den Zubringer kommt, wird es von den Kontrollsignalen BTA, BTB und BTC begleitet. Über die 24 BRW-Leitungen wird dann das Muster der Anforderungen in jedem Crate-Controller gelesen, nachdem es sortiert bzw. neugruppiert

(= graded) ist. Während der Graded-L-Operation werden alle Befehls-signale ignoriert, außerdem dürfen die Crate Controller in dieser Zeit keine Datenstraßen-Operation ausführen.

5.2.5 Gemeinsame Kontroll-Signale

5.2.5.1 Anfangszustand = Initialize (BZ)

Ähnlich wie beim horizontalen Datenverkehr hat auch im vertikalen Zubringer das Z-Signal absolute Priorität. Die Controller müssen dabei ihre Register auf den Anfangszustand setzen.

5.2.5.2 Verboten (Inhibit) und Nullsetzen (Clear)

Hierfür sind im Zubringersystem keine eigenen Leitungen vorgesehen. Im Crate Controller sind nach Abschnitt 4.6.1 und 4.6.2 jedoch Generatoren zur Erzeugung dieser Signale für den horizontalen Datenverkehr.

6. Crate Controller^{5,6,7}

Aufgabe des Crate Controllers ist es, als Interface zwischen dem horizontalen und dem vertikalen Datenweg zu fungieren. Dazu muß er alle notwendigen Empfänger und Treiber besitzen. Er enthält z.B. Schaltungen zum ODER-Gaten der LAM-Leitungen aus den Einschüben im Überrahmen und Aussenden einer LAM-Anforderung über die eine L-Leitung des vertikalen Zubringers. Ein Display auf der Frontplatte (z.B. Neonlampen) zeigt an, auf welcher Leitung die Anforderung ist. Außerdem ist ein Converter eingebaut, der die binär codierten N-Adressen in normale Zahlen (von N1 bis N22, da der Crate Controller 2 Einheitsbreiten beansprucht) sowie eine eigene Crate Controller-Adresse (über Contraves-Schalter).

Der vertikale Datenweg besteht aus einem abgeschirmten Vieladerkabel, die einzelnen Kabel haben die Bedeutung, wie sie in Abschnitt 5 beschrieben ist.

7. System Controller⁸

Der System Controller ist eine oder mehrere Einheiten, die als Zentralkontroll-Einrichtung für ein geschlossenes CAMAC-System arbeiten und gleichzeitig die Verbindung zu einem oder mehreren Rechnern darstellen. Ein CAMAC-System kann aus maximal 8 Zubringern mit je max. 7 Überrahmen bestehen, jeder Zubringer wird durch ein Treibersystem versorgt. Der System Controller wird oft nur einen Zubringer ansteuern, das Treibersystem kann dann im System Controller enthalten sein. Beide Einheiten sind bisher noch nicht durch das Euratom-ESONE-Committee definiert, in Ref. 8 wird die Wirkungsweise eines System Controllers beschrieben, der von CERN aufgebaut wurde. Er besteht aus mehreren Programmierblocks, die im Prinzip sehr ähnlich sind, eines dieser Blocks ist das Interface zum Computer. Die Programmierblocks werden auf der Frontplatte untereinander verbunden, die Programme können die CAMAC-Zubringer im Time-sharing Betrieb bedienen. Die Organisation dazu übernimmt das Treibersystem.

Die Nahtstellen zum CAMAC-Zubringer als auch zum Rechner werden in Ref. 8 diskutiert, wesentliches Merkmal soll die Kompatibilität und die Möglichkeit, die im CERN befindlichen Kleinrechner anzuschließen sein. Der System Controller ist im Interface für die Rechner IBM 1800, IBM 920, SDS 920 und HP 2115 ausgelegt. Der erste System Controller mit der IBM 1800 wurde Anfang 1970 in Betrieb genommen, zwei weitere im April. Diese Systeme folgen noch nicht im einzelnen den Regeln des Abschnitts 5, da die angeschlossenen Experimente im CERN nicht warten konnten, bis alle Standard-Details festgelegt waren. Nach Angaben der CERN-Electronics II-Gruppe (F. Iselin u.a.) sind jedoch nur geringe Änderungen nötig, um die Systeme komplett austauschbar mit anderen CAMAC-Geräten zu machen. Ähnliche Ansätze sind in Harwell bereits 1968 gemacht, sie sind z.B. in Ref. 9 und 10 beschrieben.

Die Grundsätze der System Controller werden im ESONE-Kreis weiter diskutiert und in Kürze als Euratom-Report veröffentlicht.

8. Entwicklung einer experiment-orientierten Sprache

Es erscheint wünschenswert, eine Programmiersprache für den on-line-Einsatz mit Prozeßrechnern zu entwickeln, da die Experimentatoren immer stärker Gebrauch von dieser Datenverarbeitungstechnik machen. Auch die Industrie ist bemüht, eine Programmiersprache für industrielle Anwendungen, also eine Steuersprache, auf den Markt zu bringen; beteiligt sind z.B. IBM, DEC und Siemens.

Die Hauptprobleme bei der Aufstellung einer Sprache für Prozeßrechner im experimentellen Einsatz sind

- Die Struktur der Sprache soll möglichst einfach und die Zahl der verschiedenen Befehle möglichst klein sein, damit sich für den Anwender eine echte Arbeitserleichterung ergibt und der Aufwand bei den zu erstellenden Compilern nicht zu groß wird
- die Anwendbarkeit der Sprache soll möglichst allgemein sein.

Die auf einigen IBM-Maschinen implementierte Sprache PL/1 enthält viele Sprachelemente, die z.B. der Verarbeitung von Ein-/Ausgabedaten beliebig vorgebbaren Strukturen oder Hardware-Bedingungen dienen, so daß man eine Anzahl von Elementen daraus entnehmen kann. Insgesamt ist aber die logische Struktur von PL/1 zu aufwendig und der Befehlsvorrat zu groß, als daß sie auf kleinen Rechenanlagen erfolgreich eingesetzt werden könnte.

Zwischen dem Einsatz in experimentellen und industriellen Anlagen bestehen jedoch einige wesentliche Unterschiede:

- Im Experiment haben wir statistisch kommende Eingabewerte von zum Teil hoher Ereignisdichte aus relativ wenig Datenquellen. Die Eingabe ist fremdgesteuert, dies erfordert hohe Reaktionsgeschwindigkeit des Rechners, besonders auch bei der Verarbeitung von Routinen.
- Im industriellen Einsatz kommen relativ geringe Zählraten von meist sehr vielen Meßstellen, Interrupts treten nur in Alarmsituationen auf.

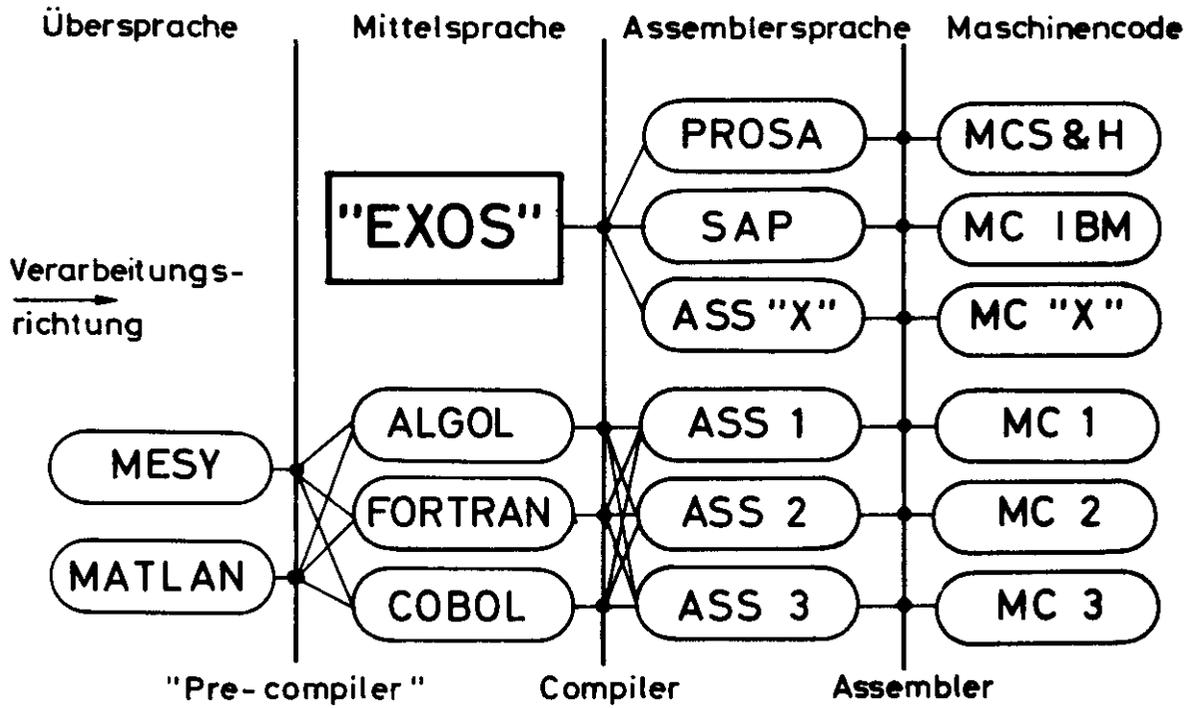


Bild 8,1

Einordnung der EXOS in bekannte Sprachen

Eine möglichst lückenlose Materialsammlung soll daher zunächst einen Überblick über die bisherigen und geplanten Einsatzmöglichkeiten von Prozeßrechnern im Experiment ermöglichen. Danach könnten die wesentlichen Grundzüge der experimentorientierten Sprache, die zunächst EXOS¹¹ genannt wurde, aufgestellt werden. Es müßte sich sicherlich um eine Mittelsprache handeln, Bild 8.1 zeigt eine mögliche Eingruppierung. Eine ausgefeilte logische Struktur, wie sie etwa ALGOL besitzt, wäre für diesen Zweck sicherlich sogar hinderlich, dagegen erscheint eine Struktur, die etwa zwischen Formelübersetzer und Fortran II liegt, am vorteilhaftesten.

Bisher sind mehrere Institute, z.B. das Kernforschungszentrum Karlsruhe, die Universität Erlangen und andere bemüht, eine Bestandsaufnahme der Wünsche und Forderungen an die Sprache zusammenzustellen, die nach neuesten Vorschlägen PEARL = Process and Experiment Automation Real Time Language heißen soll.

9. CAMAC im Einsatz

Bisher sind sowohl von einigen Instituten wie CERN, Harwell als auch von europäischen und amerikanischen Industriefirmen Übernahmen mit und ohne Power-Supply, mechanische Einschübe, Crate Controller, Transfer Selektoren, Scaler, Digital-Analog-Konverter, programmierbare Generatoren sowie große Mengen der verschiedensten Register entwickelt und produziert. Sie werden in Ref. 12, 13 und 14 ausführlich beschrieben.

Von der Electronics Group II, NP-Division CERN, ist im Juni 1970 eine CAMAC Products Reference herausgegeben, die im Anhang dieses Berichts mitgedruckt ist. Sie enthält eine Klassifikation aller CAMAC-Instrumente sowie die Unterlagen über Produktion dieser Geräte und Anschriften der Hersteller. Man erkennt, daß es bereits eine große Zahl von CAMAC-Herstellern gibt, nämlich 6 schweizer, 6 deutsche, 3 französische, 7 englische, 1 italienische, 1 schwedische und 6 amerikanische Firmen.

10. Zusammenfassung

CAMAC ist eine Reihe von konkreten Regeln über mechanische, elektrische und logische Kompatibilität zwischen Experimenten und Rechnern, die in on line-real time-Betrieb arbeiten. Das System wurde 1967 - 1969 konzipiert, es befindet sich zur Zeit im weiteren Ausbau, um den Einsatz von rechnergeführten Experimenten, möglicherweise unter Zuhilfenahme einer experimentorientierten Sprache, zu ermöglichen.

Literatur

1. Brandt, Klessmann, Krüger, Kürner, Neuburger, Stuckenberg, Studie über ein rechnergesteuertes Elektroniksystem für kernphysikalische und -chemische Experimente, Koppелеlektronik, Deutsche Atomkommission, Bonn 1967
2. H. Bisby, The CAMAC scheme of electronic modules, Physics Bulletin, Vol. 20, 366 (1969)
3. ESONE-Committee, CAMAC, A modular instrumentation system for data handling, Euratom-Report EUR 4100e, 1969
4. The CAMAC branch highway, a method of interconnecting crates within CAMAC systems, AERE, Harwell, England, 1969
Erscheint auch als Euratom-Bericht
5. F. Iselin u.a., Crate Controller CTR, Type O24, CERN-NP CAMAC Note 18-00, Jan. 1970
6. J.M. Richards, 7000 Series CAMAC Controlles, AERE-M-2145, April 1969
7. F. Iselin u.a., Crate Controller CTR, Type O11, CERN-NP CAMAC Note 2-00, Jan 1969
8. F. Iselin u.a., System Controller I, CERN-NP CAMAC Note 21-00, Jan. 1970
9. G.C. Best, J.N. Hooton, A. CAMAC-Multi-user-system, AERE-R-6082, Harwell, April 1969
10. J.M. Richards, L.D. Ward, Programmed Control of autonomous transfers in a CAMAC-System, AERE-R-6085, Harwell, April 1969
11. V. Haase, EXOS - Entwurf einer experimentorientierten Computersprache, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Externer Bericht 1/67-1, August 1967

12. F. Iselin u.a., CERN-NP CAMAC-Notes

0 -01	Review 1	028	März 1969
1 -00	CAMAC CERN-NP Options	018	Dez. 1968
2 -00	Crate CTR (Crate Controller)	011	Jan. 1969
3 -00	X - CTR (Executive Controller)	007	Jan. 1969
4 -00	Display CTR (Display Controller)	014	Feb. 1969
5 -00	Oct-Dec Display (Octal-Decimal Display)	012	Feb. 1969
6 -00	Print CTR (Print Controller)	010	Febr 1969
7 -00	PRTML (Print Terminal)	016	März 1969
8 -00	Pattern A (Pattern Unit A)	021	Jan. 1969
9 -00	Parameter A (Parameter Unit A)	022	Jan. 1969
10-00	TR SLTR (Transfer Selector)	015	Nov. 1969
11-00	Miniscaler	002	Feb. 1969
12-00	Bin. Display (Binary Display)	023	Mai 1969
13-00	B to D CVTR (Binary to Decimal Converter)	004	April 1969
14-00	Digest of CERN-NP CAMAC External Control Logic (XCL)	029	Mai 1969
15-00	Preset Scaler	025	Mai 1969
16-00	Microscaler	003	Feb. 1970
18-00	Crate CTR (Crate Controller)	024	Jan. 1970
21-00	System Controller 1	038	Jan. 1970
22-00	TR SLTR (Transfer Selector)	044	April 1970

13. Dynatron CAMAC, Harwell 7000 Series, EKCO Electronics Ltd., Dynatron Division, St. Peters Road, Maidenhead, Berkshire, England, 1969

14. SEN CAMAC Programm, 31 Av. Ernest Pictet, 1211 Genève 13, Switzerland, 1969/70

ANHANG

```
AAA AAA A A AAA AAA
A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A
AAA A A A A A A AAA
```

```
AAAA AAAA AAA AAAA A A AAA AAAAA AAA
A A A A A A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A A A A A A
AAAA AAAA A A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A A A A A A
A A A AAA AAAA AAA AAA A AAA
```

```
AAAA AAAAA AAAAA AAAAA AAAAA AAAAA A A A AAA AAAAA
A A A A A A A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A A A A A A
AAAA AAAAA AAA AAA AAAAA AAAAA A A A A AAAAA
A A A A A A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A A A A A A
A A AAAAA A AAAAA A A AAAAA A A AAA AAAAA
```

UPDATED 12 JUNE 1970
ISSUED 30 JUNE 1970
THIS ISSUE SUPERSEDES AND REPLACES ALL PREVIOUS ISSUES,
O. PH. NICOLAYSEN
ELECTRONICS GROUP II
NP DIVISION, CERN
1211 GENEVE 23
SWITZERLAND

CONTENTS

PAGE 2

CAMAC PRODUCTS INDEX
LIST OF CAMAC EQUIPMENT AND BRIEF DATA
MANUFACTURERS' INDEX

PAGE 3
PAGE 4
PAGE 13

CAMAC PRODUCTS REFERENCE

THE CAMAC PRODUCTS REFERENCE PROVIDES CONDENSED INFORMATION FOR ACTUAL AND POTENTIAL USERS AND PRODUCERS, NAME OF PRODUCT IS GIVEN IN THE LANGUAGE USED BY THE MANUFACTURER AND IS IDENTICAL EXCEPT FOR ABBREVIATIONS,

INFORMATION PRESENTED HERE IS BASED ON MANUFACTURERS' CATALOGUES, ADVERTISEMENTS, OR WRITTEN COMMUNICATIONS IN REPLY TO A GENERAL REQUEST FOR INFORMATION SENT ON THE 23 APRIL 1970,

BRIEF DATA FOR ITEMS LISTED ARE INTENDED AS A USERS' GUIDE, PEOPLE INTERESTED SHOULD WRITE TO MANUFACTURERS' FOR DETAILED INFORMATION, PRICES WHEN GIVEN ARE ROUNDED OFF TO NEAREST 10 SW,FR, AND ARE ONLY INDICATIVE, UPDATING OF PRICES IS EASY, BUT RATE OF EXCHANGE VARIATIONS BETWEEN COUNTRIES MAKE IT DIFFICULT TO PROVIDE EXACT PRICES FOR ALL COUNTRIES, PRICES WILL BE GIVEN IN DOLLARS IN SUBSEQUENT ISSUES,

IT SHOULD BE NOTED THAT SOME OF THE EARLIER MODULES AND CONTROLLERS ARE NOT FULLY COMPATIBLE ACCORDING TO PRESENT CAMAC SPECIFICATIONS, MANUFACTURERS ARE PRESENTLY MODIFYING OR RE-DESIGNING THEIR PRODUCTS FOR FULL CAMAC COMPATIBILITY, POTENTIAL USERS ARE ADVISED TO CHECK THIS AND ALSO THAT COMPUTER INTERFACE DESIGN AND SYSTEMS OPERATIONAL CHARACTERISTICS ARE SATISFACTORY FOR THE APPLICATION,

IN VIEW OF THE INTERNATIONAL USER-SUPPLIER SITUATION, WE HAVE PREFERRED THE PRESENTATION AND CLASSIFICATION ACTUALLY USED, ALTHOUGH OTHER ARE FULLY POSSIBLE AND CAN BE INCLUDED WITH VERY LITTLE EFFORT,

THE MANUFACTURERS' INDEX GIVES NAME, FULL ADDRESS, AND TELEPHONE AND TELEX NUMBER FOR ALL MANUFACTURERS WHO ARE KNOWN TO MAKE OR DEVELOP CAMAC INSTRUMENTS, A 5-CHARACTER CODE IDENTIFIES COUNTRY OF ORIGIN, SAME AS FOR MOTOR VEHICLES, AND THE MANUFACTURER, ALL INFORMATION AVAILABLE AT THE TIME OF RUNNING THE JOB ON THE COMPUTER HAS BEEN INCLUDED,

██████████ BRIEF DATA HAVE BEEN EXCLUDED FROM THIS ISSUE, THEY WILL BE INCLUDED IN THE NEXT,

CAMAC INSTRUMENT CATEGORY LIST

CRATES, SUPPLIES, ACCESSORIES

- 1 CRATE, UNPOWERED
- 2 CRATE, POWERED
- 3 SUPPLY CONTROLLERS
- 4 POWER SUPPLIES AND SUPPLY MODULES
- 6 EMPTY MODULES, HARDWARE
- 9 ADAPTERS, EXTENDERS, ACCESSORIES

CONTROLLERS, INTERFACES

- 10 CRATE CONTROLLERS, BRANCH DRIVERS/TERMINA
- 11 MANUAL CONTROLLERS, PROGRAMME UNITS
- 13 COMPUTER CONTROLLERS AND INTERFACES
- 14 MEMORY UNITS
- 19 MISCELLANEOUS CTRS/PROGRAMMING UNITS

REGISTERS

- 20 SERIAL COUNTING REGISTERS, SCALERS
- 21 PRESET SERIES REGISTERS
- 22 PARALLEL REGISTERS
- 23 WORD GENERATORS, PARAMETER UNITS
- 24 DIGITAL VOLTMETERS

CLOCKS, PULSE GENERATORS

- 25 FREQUENCY COUNTERS, TIME INTERVAL METERS
- 26 CLOCKS, PULSE GENERATORS
- 27 TIMING AND GATE GENERATORS
- 28 CHARACTER GENERATORS
- 29 MISCELLANEOUS REGISTERS

FAST DECISION LOGICS

- 30 AND/OR GATES
- 31 MATRIX GATES
- 32 COINCIDENCE REGISTERS, LOGIC UNITS
- 33 DISCRIMINATORS, THRESHOLD DEVICES
- 34 LINEAR DEVICES, AMPLIFIERS, STRETCHERS
- 35 DELAY AND ATTENUATOR UNITS
- 37 FAN-OUTS

CONVERTERS

- 40 CODE CONVERTERS
- 41 DAC
- 42 ADC
- 43 LEVEL CONVERTERS
- 44 TIME-TO-DIGITAL CONVERTERS
- 45 SERIAL/PARALLEL CONVERTERS

OUTPUT DEVICES AND DIGITAL READERS

- 50 OUTPUT REGISTERS, LINE/LAMP DRIVERS
- 51 DISPLAY CTR AND TERMINALS/DRIVERS/CHARAC
- 52 PLOTTER CTRS AND TERMINALS/DRIVERS
- 53 PRINT CTR AND TERMINALS/DRIVERS
- 54 PUNCH CTR AND TERMINALS/DRIVERS
- 55 TELETYPE CTR, TERMINALS/DRIVERS
- 56 MAG, TAPE CTR NAND TERMINALS/DRIVERS
- 58 OTHER OUTPUT DEVICES
- 59 PUNCHED TAPE AND CARD READERS

LIST OF CAMAC EQUIPMENT AND BRIEF DATA

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFRCODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
CRATE, UNPOWERED					1		
UNPOWERED CRATE WITH DATAWAY	C2029	SEN	CH=SE	MAY 70	1	=0	2300
CHASSIS CAMAC	360	TRANSRACK	F=TR	FEB 70	1	24	210
CHASSIS CAMAC	525	TRANSRACK	F=TR	FEB 70	1	24	220
CHASSIS CAMAC	CAMAC=RD	RDT/DEL TURCO	I=RD	JUN 70	1	24	=0
CAMAC COMPATIBLE CRATE	NS1875DBWV	NUCL, SPECIALTIES	US=NS	FEB 70	1	24	450
SYSTEM BIN (UNPOWERED)	*RO BIN*	RO ASSOC,	US=RO	MAR 70	1	=0	320
CRATE, POWERED					2		
CRATE	1001	BORER	CH=BO	FEB 70	2	24	9170
POWER CRATE	PC2006	SEN	CH=SE	MAY 70	2	24	5800
CHASSIS ALIMENTATION	C4ALJ10	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	2	=0	=0
CHASSIS ALIMENTATION	C6ALJ10	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	2	=0	=0
CHASSIS ALIMENTATION	C4ALJ13D	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	2	=0	5310
CHASSIS ALIMENTATION	C6ALJ13D	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	2	=0	5700
CHASSIS ALIMENTATION	C7ALJ13D	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	2	=0	6933
VENTILATED CRATE	VG0010	ELLIOTT	GB=EL	MAY 70	2	24	=0
CRATE	7005=1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	2	24	2750
RECESSED CRATE	7006=1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	2	24	2900
SUPPLY CONTROLLERS					3		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
POWER SUPPLIES AND SUPPLY MODULES					4		
POWER SUPPLY	008	CERN	CH=CE	JAN 70	4	=0	=0
POWER CONTROL	009	CERN	CH=CE	JAN 70	4	=0	=0
PLATINES ALIMENTATION	P4ALJ10	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	4	=0	=0
PLATINES ALIMENTATION	P6ALJ10	SAPHYMO	F=SS	MAY 70	4	=0	=0
POWER SUPPLY	PS0001	ELLIOTT	GB=EL	MAY 70	4	=0	=0
POWER SUPPLY (LOW PWR)	PS0002	ELLIOTT	GB=EL	MAY 70	4	=0	=0
POWER SUPPLY	9001=1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	4	=0	3800
POWER SUPPLY MODULE 12V/24V	C301	RO ASSOC,	US=RO	MAR 70	4	=0	1600
POWER SUPPLY MODULE 6V	C210	RO ASSOC,	US=RO	MAR 70	4	=0	1050
POWER SUPPLY MODULE 6AND24V	C211	RO ASSOC,	US=RO	MAR 70	4	=0	1230
POWER SUPPLY MODULE 6AND200V	C212	RO ASSOC, INC,	US=RO	MAR 70	4	=0	1230
POWER SUPPLY MODULE 6 AND 12V	C213	RO ASSOC,	US=RO	MAR 70	4	=0	1500

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
EMPTY MODULES, HARDWARE							
CHASSIS, VIDE		SAPEC S, A,	CH-SA	MAY 70	6	=0	=0
TIROIRS, VIDE		SAPEC S, A,	CH-SA	MAY 70	6	=0	=0
TIROIR MODULAIRE DE COMMANDE	TMC 325	TRANSRACK	F-TR	FEB 70	6	1	32
TIROIR MODULAIRE, 1 UNITEE	TM 50125	TRANSRACK	F-TR	FEB 70	6	1	32
TIROIR MODULAIRE, 2 UNITEE	TM 50225	TRANSRACK	F-TR	FEB 70	6	2	36
TIROIR MODULAIRE, 2 UNITEE	TM 50325	TRANSRACK	F-TR	FEB 70	6	3	45
TIROIR MODULAIRE, 4-12 UNITEES	TM 5XX25	TRANSRACK	F-TR	FEB 70	6	=0	=0
CAMAC BIN (EMPTY)		C AND N	GB-CN	MAR 70	6	=0	=0
BRANCH TERMINATION UNIT	BT6601	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	6	2	=0
BLANK MODULE KIT, SINGLE WIDTH	BM1/0	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	6	1	210
BLANK MODULE KIT, DOUBLE WIDTH	BM4/2	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	6	4	300
MODULE KIT	9005/1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	6	=0	60
MODULE KIT	9005/2	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	6	=0	60
CAMAC COMPATIBLE MODULES 1U	NSI875DM	NUCL, SPECIALTIES	US-NS	FEB 70	6	1	15
CAMAC COMPATIBLE MODULES 2U	NSI875DM	NUCL, SPECIALTIES	US-NS	FEB 70	6	2	15
CAMAC COMPATIBLE MODULES 3U	NSI875DM	NUCL, SPECIALTIES	US-NS	FEB 70	6	3	16
ADAPTERS, EXTENDERS, ACCESSORIES							
MODULE EXTENDER	ME2030	SEN	CH-SE	MAY 70	9	=0	500
DATAWAY	DATAWAY	SAPHYMO	F-SS	MAY 70	9	=0	1200
NIM TO CAMAC ADAPTOR	NCA1	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	9	=0	80
BRANCH HIGHWAY CABLE	BHC XXX	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	9	=0	=0
EXTENSION FRAME	EF 1	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	9	1	500
CRATE CONTROLLERS, BRANCH DRIVERS/TERMINA							
CRATE CONTROLLER	011	CERN	CH-CE	JAN 70	10	4	=0
CRATE CONTROLLER	024	CERN	CH-CE	JAN 70	10	4	3500
CRATE CTR FOR NOVA COMPUTER	CC202JA/B	SEN	CH-SE	MAY 70	10	=0	6000
LOCAL INTERCRATE INTERFACE	7033-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	10	2	=0
SLAVE DATAWAY CONTROLLER	7034-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	10	2	=0
REMOTE INTERCRATE INTERFACE	7035-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	10	2	=0
REMOTE SUB-MASTER DATAWAY CTR	7036-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	10	2	=0
CRATE CONTROLLER	CC2402	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	10	2	=0
LOCAL INTERCRATE INTERFACE	7033-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	10	2	3000
SLAVE DATAWAY CONTROLLER	7034-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	10	3	3950
REMOTE INTERCRATE INTERFACE	7035-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	10	2	4010
REMOTE SUB-MASTER DATAWAY CTR	7036-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	10	4	7000
ESONE CRATE *** CONTROLLER	***	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	JUN 70	10	2	=0

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CAT NR	WIDTH	PRICE
MANUAL CONTROLLERS, PROGRAMME UNITS					11		
EXECUTIVE CONTROLLER	007	CERN	CH-CE	JAN 70	11	4	3200
TRANSFER SELECTOR	015	CERN	CH-CE	JAN 70	11	4	2000
PROGRAMME UNIT #B#	020	CERN	CH-CE	JAN 70	11	2	2500
EXECUTIVE CONTROLLER	027	CERN	CH-CE	JAN 70	11	4	3200
LAM SEARCH	031	CERN	CH-CE	JAN 70	11	3	4000
FETCH-EXECUTE UNIT	034	CERN	CH-CE	JAN 70	11	2	2000
BRACH DRIVER	046	CERN	CH-CE	MAY 70	11	00	00
CAMAC MANUAL CONTROLLER	047	CERN	CH-CE	MAY 70	11	10	00
EMR 6130-CAMAC CRATE CTR	050	CERN	CH-CE	MAY 70	11	00	00
MANUAL DATAWAY CONTROLLER	7024-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	11	8	00
PROGRAMMED DATAWAY CONTROLLER	7025-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	11	2	00
SEQUENTIAL COMMAND GENERATOR	7037-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	11	2	00
PROGRAMMED COMMAND GENERATOR	7038-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	11	2	00
MODULE ADDRESS GENERATOR	7041-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	11	2	00
DYNAMIC TEST CONTROLLER	TC2402	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	11	4	3410
BRANCH TEST CONTROLLER	BC2401	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	11	00	00
MANUAL DATAWAY CONTROLLER	7024-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	3460
PROGRAMMED DATAWAY CONTROLLER	7025-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	2	6850
SEQUENTIAL COMMAND GENERATOR	7037-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	2	3740
PROGRAMMED COMMAND GENERATOR	7038-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	2	5330
ADDRESS CONTROLLER	7041-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	00
PROGRAMMER	7042-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	00
PROGRAMME MODULE	7044-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	00
COMMAND GENERATOR	7062-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	00
TRANSFER REGISTER	7063-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	11	00	00
COMPUTER CONTROLLERS AND INTERFACES					13		
H-P 2115A ADAPTER	019	CERN	CH-CE	JAN 70	13	3	4400
DATA CONNECTOR	033	CERN	CH-CE	JAN 70	13	00	1000
IBM 1800 CTR AND DATA OUTPUT	035	CERN	CH-CE	FEB 70	13	4	00
IBM 1800 DATA INPUT	036	CERN	CH-CE	FEB 70	13	2	00
IBM 1800 INTERRUPT LEVEL CVTR	040	CERN	CH-CE	FEB 70	13	2	500
TRANSFER SELECTOR	044	CERN	CH-CE	MAR 70	13	1	1400
DDP 516 DATAWAY CONTROLLER	7022-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	13	4	00
DATA CONTROLLER PDP 8	7048-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	13	2	00
DDP 516 DATAWAY CONTROLLER	7022-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	13	4	8500
DATA CONTROLLER PDP 8	7048-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	13	2	5200
AUXILLIARY CONTROLLER PDP8	7049-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	13	00	00
AUXILLIARY CONTROLLER PDP8	7050-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	13	00	00

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFRCODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
MEMORY UNITS					14		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
MISCELLANEOUS CTRS/PROGRAMMING UNITS					19		
PROGRAM PLUGBOARD	0361	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	19	00	2550
STOPE INTERFACE	7067-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	19	00	00
SERIAL COUNTING REGISTERS, SCALERS					20		
MAXISCALER	001	CERN	CH-CE	JAN 70	20	1	1600
MINISCALER	002	CERN	CH-CE	JAN 70	20	1	1520
MICROSCALER	003	CERN	CH-CE	JAN 70	20	1	2300
FOUR-FOLD 16 BIT SCALER	4S2003	SEN	CH-SE	MAY 70	20	1	2500
FOUR-FOLD 16 BIT SCALER	4S2004	SEN	CH-SE	MAY 70	20	1	1980
DUAL 150MHZ 16BIT SCALER	2S2024/16	SEN	CH-SE	MAY 70	20	1	1900
DUAL 150MHZ 16BIT SCALER	2S2024/24	SEN	CH-SE	MAY 70	20	1	2000
TIME DIGITIZER	TD2031	SEN	CH-SE	MAY 70	20	1	00
COUNTING REGISTER	7010-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	20	1	00
DUAL COUNTING REGISTER	7040-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	20	1	00
DUAL COUNTING REGISTER	700-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	20	1	00
DUAL COUNTING REGISTER	701-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	20	1	00
DUAL COUNTING REGISTER	702-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	20	1	00
SERIAL REGISTER (50MHZ)	SR1601	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	20	1	1680
SERIAL REGISTER(20MHZ QUAD)	SR1602	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	20	1	2660
SERIAL REGISTER(50MHZ QUAD)	SR1603	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	20	1	3060
SERIAL REGISTER(20MHZ QUAD)	SR1604	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	20	1	00
15 MHZ COUNTING REGISTER	7070-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	1	1590
QUADSCALER (CERN 003)	9003	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	1	2600
DUOSCALER (CERN 002)	9008	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	1	1800
DUAL COUNTING REGISTER	7040-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	00	00
QUAD COUNTING REGISTER	7046-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	00	00
100MHZ COUNTING REGISTER	7069-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	20	00	00
CAMAC 100 MHZ QUAD SCALER	263	NUCL, MEASUREMENT	GB-NM	APR 70	20	1	00
DUAL CHANNEL SCALER	80	JORWAY	U S=JO	MAR 70	20	1	3050
QUAD 100MHZ SCALER	2550	LEROY	US=LS	MAY 70	20	1	00

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
PRESET SERIES REGISTERS					21		
PRESET SCALER	025	CERN	CH-CE	JAN 70	21	3	=0
PRESET COUNTING REGISTER	7039-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	21	1	=0
PRESET COUNTING REGISTER	703-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	21	1	=0
PRESET COUNTING REGISTER	704-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	21	1	=0
PRESET COUNTING REGISTER	705-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	21	1	=0
PRESET COUNTING REGISTER	7039-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	21	1	2310
PARALLEL REGISTERS					22		
PATTERN UNIT #A#	021	CERN	CH-CE	JAN 70	22	2	1350
PATTERN UNIT 16BIT (CERN 021)	16P2007	SEN	CH-SE	MAY 70	22	2	2500
DUAL 16BIT INPUT REGISTER	2IR2010	SEN	CH-SE	MAY 70	22	1	1200
STROBED INPUT REGISTER NIM	SIR2026	SEN	CH-SE	MAY 70	22	1	1200
INTERRUPT REQUEST REGISTER	7013-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	22	1	=0
PARALLEL INPUT REGISTER	7014-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	22	1	=0
PARALLEL INPUT GATE	7017-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	22	1	=0
PARALLEL INPUT GATE	7018-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	22	1	=0
PARALLEL REGISTER	PR1601-1	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	22	1	1470
PARALLEL REGISTER(DUAL)	PR1602	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	22	2	=0
PARALLEL REGISTER	PR1603	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	22	2	=0
PARALLEL REGISTER	PR0804	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	22	=0	=0
INTERRUPT REQUEST REGISTER	7013-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	22	1	1250
PARALLEL INPUT REGISTER	7014-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	22	1	1570
PARALLEL INPUT GATE (16 BIT)	7017-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	22	1	750
PARALLEL INPUT GATE	7018-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	22	1	1020
PARALLEL INPUT GATE (24 BIT)	7059-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	22	1	=0
WORD GENERATORS, PARAMETER UNITS					23		
PARAMETER UNIT #A#	022	CERN	CH-CE	JAN 70	23	4	1350
PARAMETER UNIT (12 BIT)	P2005	SEN	CH-SE	MAY 70	23	1	600
WORD GENERATOR	WG2401	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	23	1	1150
PARALLEL INPUT GATE (24BIT)	7060-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	23	=0	=0
DIGITAL VOLTMETERS					24		
DUAL 10BIT DIGITAL VOLTMETER	2DVM2013	SEN	CH-SE	MAY 70	24	=0	2300

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
FREQUENCY COUNTERS, TIME INTERVAL METERS					25		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
CLOCKS, PULSE GENERATORS					26		
REAL TIME CLOCK	RTC2014	SEN	CH-SE	MAY 70	26	=0	2500
CLOCK PULSE GENERATOR	7019-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	26	1	=0
DELAYED PULSE GENERATOR	7045-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	26	1	=0
CRYSTAL CONTROLLED PULSE GEN.	PG0001	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	26	1	1290
PULSE GENERATOR	PG0202	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	26	=0	=0
CONTROL GENERATOR	CG0301	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	26	=0	=0
CLOCK PULSE GENERATOR	7019-1	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	FEB 70	26	1	1390
TIMING AND GATE GENERATORS					27		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
CHARACTER GENERATORS					28		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
MISCELLANEOUS REGISTERS					29		
DUAL INCREMENT POS, ENCODER	21PE2019	SEN	CH-SE	MAY 70	29	=0	3500
DATA REGISTER	7047-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	29	1	=0
DATA REGISTER	7047-1	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	FEB 70	29	1	1400
BRITISH STAND. INTERFACE READER	7057-1	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	FEB 70	29	1	=0
BRITISH STAND. INTERFACE DRIVER	7058-1	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	FEB 70	29	1	=0
TRANSFER REGISTER	7063	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	JUN 70	29	=0	=0
AND/OR GATES					30		
DUAL GATE	7020-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	30	1	=0
DUAL GATE	7020-1	NUCL, ENTERPR.	GB-NE	FEB 70	30	1	1530
MATRIX GATES					31		
MATRIX GATE	HG6401	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	31	=0	=0
COINCIDENCE REGISTERS, LOGIC UNITS					32		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
DISCRIMINATORS, THRESHOLD DEVICES					33		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CATNR	WIDTH	PRICE
LINEAR DEVICES, AMPLIFIERS, STREICHERS					34		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
DELAY AND ATTENUATOR UNITS					35		
DUAL ATTENUATOR	9004	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	35	1	1560
FAN-OUTS					37		
FAN-OUT	7021-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	37	1	=0
FAN OUT UNIT	F00801	ELLIOT	GB-EL	MAY 70	37	=0	=0
FAN-OUT	7021-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	37	1	1060
CODE CONVERTERS					40		
BINARY-TO-DECIMAL CONVERTER	004	CERN	CH-CE	JAN 70	40	2	3500
BINARY TO BCD CONVERTER	7068-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	40	=0	=0
BINARY-TO-DECIMAL CONVEPTER	7068	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	JUN 70	40	=0	=0
DAC					41		
DIGITAL-TO-ANALOGUE CONVERTER	030	CERN	CH-CE	JAN 70	41	=0	=0
DUAL 10BIT D-TO-A CONVERTER	2DA2011	SEN	CH-SE	MAY 70	41	=0	3100
DIGITAL TO ANALOGUE CONVERTER	7015-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	41	1	=0
ADC					42		
READER	7012-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	42	1	=0
2110 READER (SER ADC ADAPTOR)	7012-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	42	1	1540
DIGITAL TO ANALOGUE CONVERTER	7012-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	42	1	1680
ANALOGUE TO DIGITAL CONVERTER	7028-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	42	1	=0
ANALOGUE TO DIGITAL CONVERTER	7055-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	42	1	=0
LEVEL CONVERTERS					43		
HEX IL2 TO IL1 CONVERTER	7051-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	43	1	=0
HEX IL1 TO IL2 CONVERTER	7052-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	43	1	=0
QUIN L1 TO IL1 CONVERTER	7053-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	MAY 70	43	1	=0
HEX IL2-TO-IL1 CONVERTER	7051-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	43	1	660
HEX IL2 TO IL1 CONVERTER	7052-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	43	=0	=0
QUIN L1 TO IL1 CONVERTER	7053-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	43	=0	=0

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CAT NR	WIDTH	PRICE
TIME-TO-DIGITAL CONVERTERS					44		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
SERIAL/PARALLEL CONVERTERS					45		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
OUTPUT REGISTERS, LINE/LAMP DRIVERS					50		
DUAL 16BIT OUTPUT REGISTER	20R2008	SEN	CH-SE	MAY 70	50	1	900
OUTPUT REGISTER NIM DRIVER	OR 2027	SEN	CH-SE	MAY 70	50	1	800
DRIVER (8 BIT)	7016-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	50	1	=0
PARALLEL OUTPUT REGISTER DRIVER	7016-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	50	1	1060
DECIMAL DISPLAY UNIT SWITH	7054-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	50	1	=0
	9002	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	50	1	970
	0388	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	50	=0	=0
	7066	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	JUN 70	50	=0	=0
DISPLAY CTR AND TERMINALS/DRIVERS/CHARAC					51		
OCTAL-DECIMAL DISPLAY	012	CERN	CH-CE	JAN 70	51	10	6000
DISPLAY CONTROLLER	014	CERN	CH-CE	JAN 70	51	5	4500
SCOPE DISPLAY DRIVER X=Y=Z	DD2012	SEN	CH-SE	MAY 70	51	=0	5000
CHARACTER DISPLAY	CD2018	SEN	CH-SE	MAY 70	51	=0	4500
VECTOR GENERATOR	VG2028	SEN	CH-SE	MAY 70	51	=0	4000
DISPLAY DRIVER	7011-1	EKCO-DYNATRON	GB-EK	JUN 70	51	2	=0
TELEVISION DRIVE UNIT	TD3201	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	51	=0	=0
DISPLAY DRIVER	7011-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	51	2	2700
DISPLAY CONTROLLER	9006	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	51	2	4000
DECIMAL DISPLAY	9007-1	NUCL, ENTERPR,	GB-NE	FEB 70	51	=0	2500
PLOTTER CTRS AND TERMINALS/DRIVERS					52		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
PRINT CTR AND TERMINALS/DRIVERS					53		
PRINT CONTROLLER	010	CERN	CH-CE	JAN 70	53	4	4500
PRINT TERMINAL	016	CERN	CH-CE	JAN 70	53	3	3200
PRINT DRIVE UNIT	PDT 01	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	53	=0	=0
PRINT CONTROL UNIT	PC2402	ELLIOTT	GB-EL	MAY 70	53	=0	=0

DESIGNATION	TYPE	MANUFACTURER	MFR CODE	DATE	CAT NR	WIDTH	PRICE
PUNCH CTR AND TERMINALS/DRIVERS					54		
TAPE PUNCH DRIVE UNIT	PDP8F	ELLIOTT	GB=EL	MAY 70	54	=0	=0
PAPER PUNCH DRIVER	7064-1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	54	=0	=0
TELETYPE CTR, TERMINALS/DRIVERS					55		
TELETYPEWRITER TERMINAL	045	CERN	CH=CE	MAY 70	55	=0	=0
TELETYPEWRITER DRIVER	7043-1	EKCO=DYNATRON	GB=EK	MAY 70	55	1	=0
TELETYPE INTERFACE	7061-1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	55	=0	=0
MAG, TAPE CTR AND TERMINALS/DRIVERS					56		
THERE ARE NO INSTRUMENTS IN THIS CATEGORY							
OTHER OUTPUT DEVICES					58		
STEPPING MOTOR DRIVER	7045-1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	58	=0	=0
PUNCHED TAPE AND CARD READERS					59		
TAPE READER INTERFACE UNIT	TR0801	ELLIOTT	GB=EL	MAY 70	59	=0	=0
2000 SERIES READER	7056-1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	59	=0	=0
PAPER TAPE READER	7065-1	NUCL, ENTERPR,	GB=NE	FEB 70	59	=0	=0

MANUFACTURERS INDEX

REF.	MANUFACTURERS NAME AND ADDRESS
CH=BO	BORER ELECTRONICS CO SOLOTHURNSTRASSE 65 BIBERIST CH-4500 SOLOTHURN 22 SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. 069-48822 TELEX 34228
CH=CE	CERN ELECTRONICS GROUP, DATA HANDLING NP DIVISION 1211 GENEVE 23 SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. (022)419811 TELEX 22548
CH=HP	HEWLETT-PACKARD (SCHWEIZ)AG 7, RUE DU BOIS-DU-LAN 1217 MEYRIN-GENEVE SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. (022)415200 TELEX 22486
CH=LE	LEMO SA 1110 MORGES SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. (021)711341 TELEX 24683
CH=SA	SAPEG S.A. SOCIETE ANONYME POUR ELECTRONIQUE GENEVE 7, AVENUE KRIEG 1208 GENEVE SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. (022)367047
CH=SE	SEN ELECTRONIQUE 31, AVENUE ERNEST-PICTET 1211 GENEVE 13 SWITZERLAND/SUISSE/SCHWEIZ TEL. (022)442940 TELEX 23359 SENEL CH
D=AE	AEG-TELEFUNKEN (N1) ELISABETHENSTRASSE 3 POSTFACH 830 79 ULM GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND TEL. (0731)1921 TELEX 712723
D=BF	BERTHOLD FRIESEKE GMBH BERGWALDSTRASSE 30 POSTFACH 76 7500 KARLSRUHE-DURLACH GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND

REF. MANUFACTURERS NAME AND ADDRESS

D-FH TEL.(0721)401011 TELEX 7 825 928
FRIESEKE UND HOEPFNER GMBH
852 ERLANGEN-BRÜCK
POSTFACH NR.72
GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND
TEL.ERLANGEN (09191)171 TELEX 06/29894

D-KN HANS KNUERR KG
AMPFINGSTRASSE 27
8 MUENCHEN 80
GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND
TEL.(0811)403045 TELEX 05 29608 HANSE D

D-SI SIEMENS AG
WERNERWERK F. MESSTECHNIK
RHEINBRUECKENSTRASSE 50
75 KARLSRUHE -WEST
GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND
TEL.(0721)5951 TELEX 7826851 SH D

D-WE WENZEL ELEKTRONIK
LAMUNTSTRASSE 32
8 MUENCHEN 80
GERMANY/ALLEMAGNE/DEUTSCHLAND
TEL.0811 MUENCHEN 486558 TELEX 05-24578 WELEK

F-SA SAIP
SOCIETE D'APPLICATIONS INDUSTRIELLE DE LA PHYSIQUE
38,RUE GABRIEL-CRIB
F-92-MALAKOFF
FRANCE/FRANKREICH
TEL.253-87-20, 735-99-10

F-SS SAPHYMO-SRAT
51,RUE DE L'AMIRAL-MOUCHEZ
75,PARIS-13EME
FRANCE/FRANKREICH
TEL.588-16-39

F-TR TRANSPACK
B.P.12-94
SAINT-MAUR
FRANCE/FRANKREICH
TELEX CME SAINT MAUR 22493

GB-CN C-AND-N (ELECTRICAL) LTD
THE GREEN
MUMBY ROAD
GOSPORT
HAMPSHIRE
ENGLAND/ANGLETERRE PO12 1AF

REF.	MANUFACTURERS NAME AND ADDRESS
GB-EK	TEL.GOSPORT 82391-9 TELEX 86121 EKCO=DYNATRON SOUTHEND=ON=SEA ESSEX ENGLAND/ANGLETERRE SS2 9PS TEL,SOUTHEND=ON=SEA 49491 TELEX 99167
GB-EL	GEC=ELLIOTT PROCESS INSTRUMENTS LTD CENTURY WORKS LEWISHAM LONDON SE 13 ENGLAND/ANGLETERRE TEL.01-692-1271 TELEX 22469(ELLAUTOLEW LDN)
GB-GR	GRENSON ELECTRONICS LIMITED HIGH MARCH ROAD LONG MARCH INDUSTRIAL ESTATE DAVENTRY NORTHANTS NN11 4HQ ENGLAND/ANGLETERRE TEL.03272 3811 2
GB-JP	J AND P ENGINEERING (READING) LTD PORTMAN HOUSE CARDIFF ROAD READING BERKS R61-8JF ENGLAND/ANGLETERRE TEL,READING 52227-9
GB-NE	NUCLEAR ENTERPRISES LIMITED BATH ROAD BEENHAM READING R67 5PR ENGLAND/ANGLETERRE TEL,WOOLHAMPTON 2121 TELEX 84475
GB-NM	NUCLEAR MEASUREMENTS A DIVISION OF EG&G NUCLEAR LTD DALROAD INDUSTRIAL ESTATE DALLOW ROAD,LUTON BEDFORDSHIRE ENGLAND/ANGLETERRE TEL, LUTON 27557
I-RD	ING, ROSSELLI DEL TURCO ROSSELLO S.R.L. VIA TOR CERVARA,161 00195 ROMA ITALY/ITALIE/ITALIEN

REF, MANUFACTURERS NAME AND ADDRESS

S=OL TEL,220104, 221393
OLTRONIX AB
JAMTLANDSGATAN 125
S-162 29 VALLINGBY (STOCKHOLM)
SWEDEN/SUEDE/SCHWEDEN
TEL,08-870330 TELEX 10738 OLTRONIX STHLM

US=JO JORWAY CORPORATION
27 BOND STREET
WESTRURY, N.Y, 11590
U.S.A,
TEL.(516)997-8120

US=LS LE CROY RESEARCH SYSTEMS CORP,
126 NORTH ROUTE 303
WEST NYACK, N.Y, 10994
U.S.A,
TEL.(914)358-7900 TELEX

US=MI MILLETRON
A SUBSIDIARY OF CAPINTEC INC,
540 ALPHA DRIVE
PITTSBURGH,PA,15238
U.S.A,
TEL.(412)781-5300

US=PH PHILIPS ELECTRONIC INSTRUMENTS
ADVISION OF PEPI INC,
750 S.FULTON AVENUE
MT,VERNON
N.Y, 10550
U.S.A,

US=PR NUCLEAR SPECIALTIES INC,
(PRECISION METAL FABRICATORS)
540 LEWELLING BLVD
SAN LEANDRO
CALIFORNIA 94579
U.S.A,
TEL.(415)483-2804

US=RO RO ASSOCIATES INCORPORATED
3705 HAVEN AVENUE
WENLO PARK
CALIFORNIA 94025
U.S.A,
TEL.(415)322-5321 TWX 910-378-5929