

CAMAC-Rechnerkopplung zwischen Siemens 306 und  
DEC PDP 11 Rechner

K. Zwoil, F. Rongen, K. Bürger, H. Huppertz  
W. Janssen, P. Reinhart

Zentrallabor für Elektronik, KFA Jülich

1. Einleitung

Zur Kopplung zweier verschiedener Rechnertypen, von denen einer oder beide mit einem CAMAC System ausgerüstet sind, ergeben sich wesentliche Vereinfachungen in der Hardware, weil bereits vorhandene CAMAC-Peripherie für die Kopplung mitverwendet werden kann. Im folgenden wird eine kurzgefaßte Beschreibung einer in einem Industriebetrieb implementierten CAMAC-Rechnerkopplung zwischen einem Siemens 306 und einem DEC PDP 11 Prozeßrechner gegeben. Dabei wurde bei der Erstellung der Systemprogramme besonderer Wert darauf gelegt, daß eine möglichst transparente, flexible und benutzerfreundliche Schnittstelle zwischen Anwender und Systemprogrammen geschaffen wurde.

2. Hardware

In Abb. 1 ist das Blockschaltbild der Rechnerkopplung dargestellt. Der wechselseitige blockorientierte Datentransfer geschieht in direktem Zugriff (DMA) zu den Speichern der verwendeten Rechner. Dabei werden die einzelnen Datenwörter über ein "Hardware Handshake Timing" ausgetauscht, während die übertragenen Blöcke über Alarme angefordert und quittiert werden.

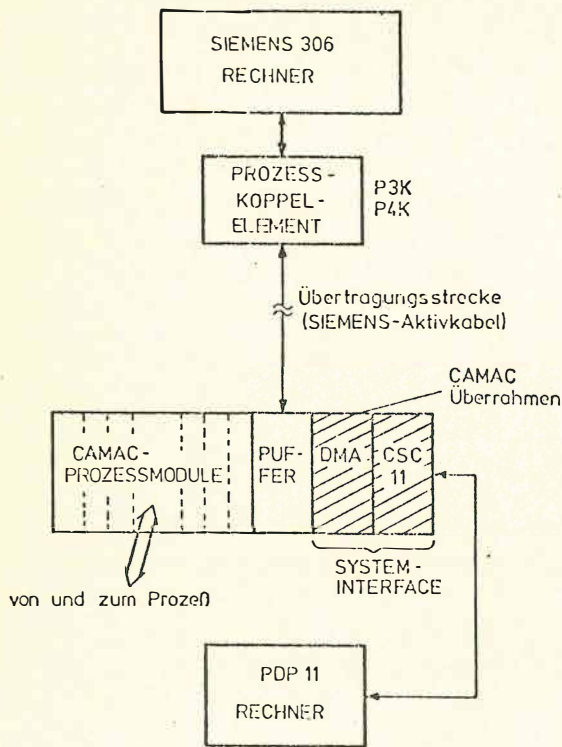


Abb. 1 Blockschaltbild Rechnerkoppelung

Der Anschluß der Übertragungsstrecke erfolgt auf der Seite des Siemens Rechners mit den Prozeßelementen P3K oder P4K, über die Daten mit einer Wortlänge von 24 Bit von oder zum Kernspeicher der Siemens 306 gesendet werden können. Weiterhin ist es möglich, codierte Alarme an die PDP-11 abzusetzen bzw. über eine gesonderte Leitung (BAP Extern) in der Siemens zu generieren. Das Prozeßelement wird an das CAMAC System der PDP 11 über ein Standard-Siemens-Aktivkabel angeschlossen, durch dessen Verwendung eine Entfernung von bis zu 30 m überbrückt werden kann.

Das CAMAC Puffer Modul dient hauptsächlich zur Umformatierung der vom Prozeßelement angebotenen 24 Bit Datenwörter in 8 Bit lange Teilwörter bzw. umgekehrt. Die einzelnen Bytes werden in aufeinanderfolgenden Zyklen über das CAMAC-Systeminterface im "Cycle stealing" Verfahren direkt zum oder vom Kernspeicher der PDP 11 transferiert. Darüber hinaus können über das Puffer-Modul verschiedene Alarme für das Siemens Prozeßelement generiert werden. Das "Handshake Timing" bei den einzelnen Datenwortübertragungen und eine Zeitüberwachung sowohl während der Blockübertragung als auch für die erwarteten Quittungsalarme wird ebenfalls vom Puffermodul wahrgenommen. Der Systemcontroller /1,2/ wird mit zwei CAMAC-Modulen realisiert, von denen der Crate System Controller (C.S.C. 11) den gesamten programmierten Transfer vom CAMAC Überrahmen zum PDP 11 Rechner übernimmt. Diese Einheit wurde vom Zentrallabor für Elektronik der KFA Jülich als ein besonders preiswertes CAMAC-Interface

entwickelt und ist mehrfach in Lizenz von Industriefirmen nachgebaut worden. Das CAMAC-DMA-Modul erfüllt auf der PDP 11 Seite dieselben Funktionen wie das Prozeßelement auf der Siemens Seite, nur daß der autonome, fremdgesteuerte Blocktransfer mit einer Wortlänge von 8 Bits abgewickelt wird.

Wichtige Statusmeldungen, z.B. über die Betriebsart, sind auf der Frontplatte des Puffer Moduls über LED-Anzeigen ablesbar. Die implementierte Kopplung ist mit einem Prozeßelement P4K ausgerüstet, wodurch die maximale Datenübertragungsrate auf etwa 27 KHz beschränkt ist. Bei Verwendung der P3K Steuerung läßt sie sich um den Faktor 6-9 steigern.

### 3. Datenwortformat

Wegen der unterschiedlichen Wortlängen der verwendeten Rechner PDP 11 und Siemens 306 werden grundsätzlich zwei Übertragungsarten möglich (vergl. Abb. 2)

- a) Eine worttransparente Übertragung, bei der einem Siemens 16 Bit Wort ein volles PDP 11 Wort entspricht.
- b) Eine bytetransparente Übertragung, bei der die einzelnen Teilwörter (bzw. Bytes) nacheinander in den Kernspeichern der verwendeten Rechner erscheinen.

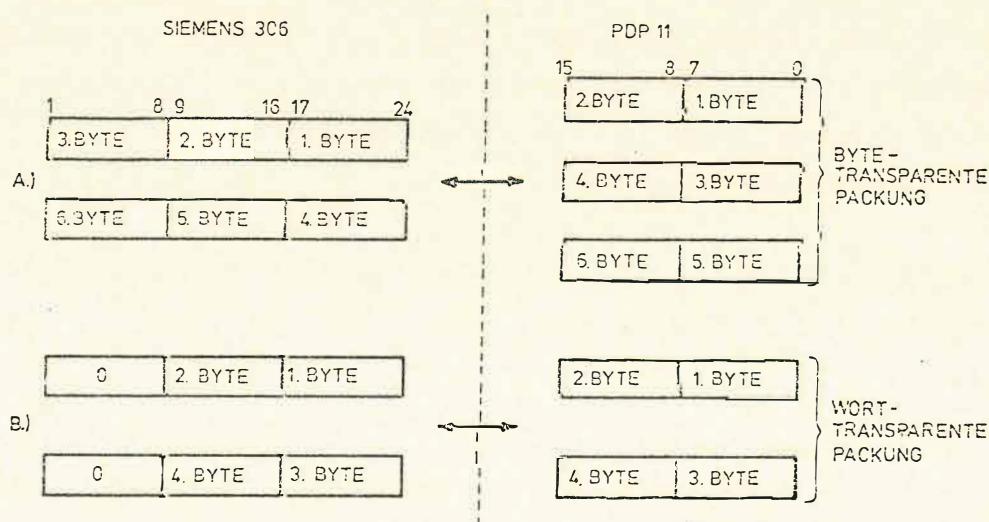


Abb. 2 Datenwortformate

Die letzte Betriebsart wird insbesondere beim Austausch von Zeichen, z.B. im ASCII Format, angewendet, um einen effektiven Terminalverkehr zwischen Operator auf der PDP 11 Seite und der Siemens sicherzustellen. Der zur Verfügung stehende Kernspeicher wird bei dieser Betriebsart voll ausgenutzt.

#### 4. Softwaresystem

Bei der Auslegung der I-O-Handler wurde der Forderung nach einem gleichberechtigten System nachgekommen. Es ist in der Siemens 306 unter der Regie des ORG mit EAP-Schnittstelle ablauffähig. Für die PDP 11 wurde eine "STAND ALONE"-Version mit gleichen Eigenschaften und Fähigkeiten entwickelt.

##### 4.1 Aufrufstruktur und Operationsanstoß

Zur Ermöglichung eines effektiven Datenverkehrs wurden zwei Gruppen von Aufrufen geschaffen, die nach dem Prinzip der Standard-Aufrufe aufgebaut sind und entsprechend gehandhabt werden. Die sind:

1. Aufrufe zur Initialisierung einer Sende- bzw. Empfangsbereitschaft.
2. Aufrufe zur Aktivierung einer Datenübertragung.

Eine erfolgreiche Datenübertragung setzt in jedem Falle eine Sende- bzw. Empfangsbereitschaft der Gegenseite voraus. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die programmtechnische Beschreibung der Siemens 306. Die geringfügigen Unterschiede in der PDP 11 werden nicht behandelt. Die Initialisierung einer Sende- oder Empfangsbereitschaft kann durch folgende Aufrufe erreicht werden:

- a) MA DAINR = GEDAADR    Empfangsbereitschaft für Daten in nichtgepackter Form anmelden
- b) MA DAOUR = GEDAADR    Sendebereitschaft für Daten in nichtgepackter Form anmelden



- c) MA DAINPR = GEDAADR Empfangsbereitschaft für Daten in gepackter Form anmelden
- d) MA DAOUPR = GEDAADR Sendebereitschaft für Daten in gepackter Form anmelden.

Zur eigentlichen Datenübertragung kommt es jedoch erst bei Abgabe der Aufrufe.

- a) MA DAINS = GEDAADR Eingabe von Daten in nichtgepackter Form anstoßen
- b) MA DAOUS = GEDAADR Ausgabe von Daten in nichtgepackter Form anstoßen
- c) MA DAINPS = GEDAADR Eingabe von Daten in gepackter Form anstoßen
- d) MA DAOUPS = GEDAADR Ausgabe von Daten in gepackter Form anstoßen.

Alle Aufrufe müssen auf ein spezielles Geräte-Datenfeld verweisen und werden mit MA EXGE oder MA EXGEM aktiviert. Hierbei gelten dieselben Regeln wie für die Verwendung von S-Aufrufen für das System 300. Durch Bildung beliebig langer Warteschlangen können Koppelaufrufe in jeder gewünschten Zahl abgegeben und bearbeitet werden. Die Abarbeitung der Aufrufe der Gruppe 2 erfolgt nach der zeitlichen Reihenfolge ihres Eintreffens und nicht etwa nach Programmprioritäten. Der Benutzer muß für eine geeignete Koordination, möglicherweise durch Belegen und Freigeben, selber sorgen.

#### 4.2 Das Geräte-Datenfeld

Im Geräte-Datenfeld müssen alle Parameter enthalten sein, die für eine erfolgreiche Datenübertragung notwendig sind. Diese brauchen aber nur teilweise vom Benutzer angegeben werden. Die restlichen Einträge nimmt das Systemprogramm vor. Die Gesamtlänge des Geräte-Datenfeldes umfaßt 16 Zellen. Bei Aufrufen der Gruppe 2 wird aus dem Geräte-Datenfeld vom Systemprogramm ein Steuerblock generiert und dieser der Gegenseite zur Auswertung und Überprüfung übermittelt. Dort wird nun in der Warteschlange der Aufrufe der Gruppe 1 ein Äquivalent gesucht. Nur bei Vorliegen eines solchen Äquivalentes kommt es zur eigentlichen Datenübertragung. Im anderen Falle wird der Aufruf abgebrochen und dem Benutzer eine Anzeige übergeben. Nachfolgend seien die benutzerspezifischen Geräte-Datenfeldeinträge kurz beschrieben.

.  
. .  
. .  
GEDAADR + 3 Bit 1-24      Datensatzkennung (max. 8 Zeichen)  
+ 4 Bit 1-24  
. .  
. .  
+ 7 Bit 1-14      Anfangsadresse der Daten  
+ 2 Bit 1-14      Blocklänge in Byte  
. .  
. .  
+ 11 Bit 1-24      Task-Kennung (max. 8 Zeichen)  
+ 12 Bit 1-24  
. .  
. .

Die nicht beschriebenen Zellen sind systemspezifisch und dürfen vom Anwender nicht verändert werden. Die allgemeine Schreibweise lautet:

MA GEDADA = AN = 'DA(a, b)', AN = 'NAM1', ANFADR, ZAHL, AN = 'NAM2'

Hierin bedeuten:

DA (a,b) : log. Kanal-Gerätenummer laut EAP-Eintrag  
NAM1      : Datensatzkennung  
NAM2      : Task-Kennung  
ANFADR    : Anfangsadresse der Daten im Kernspeicher  
ZAHL      : Blocklänge in Byte

Bezüglich der Blocklänge sind gewisse Konditionen einzuhalten, die aus der unterschiedlichen Wortlänge der beiden Rechner resultieren.

### 4.3 Dialogverkehr

Bei der Auslegung der System-Software wurde von der Anwendung her besonders stark das Argument der Sicherheit in den Vordergrund gerückt. Entsprechend aufwendig ist auch der Dialogverkehr der Rechner untereinander.

### 4.4 Übertragungsprozedur

Abb. 3 zeigt den ungestörten Ablauf der vier möglichen Übertragungsarten. Hierin sind Alarme als durchgezogene Linien, Daten und Steuerblöcke durch gestrichelte Linien dargestellt. Die Richtung ist durch eine Pfeilspitze angegeben. Durch Zeitüberwachung im P4K und im Puffer-Modul wird sowohl beim Austausch von Alarmen als auch bei der Übertragung von Daten in jedem Falle ein Befehlsabschluß erreicht. Damit ist sichergestellt, daß bei gestörter Übertragungstrecke oder bei Ausfall einer der beiden Rechner es nicht zum Systemzusammenbruch im anderen Rechner kommt. Vielmehr kann nach Wiederanlauf des ausgefallenen Rechners der Datenaustausch ohne jede weitere Zusatzmaßnahme fortgesetzt werden. Treten bei der Übertragung irgendwelche Fehler auf (Parity-Fehler, Time-Out usw.), so wird durch zweifache Wiederholung des Datentransfers bzw. der Alarme versucht, die Übertragung trotzdem ungestört zu beenden. Gelingt das nicht, so wird der Aufruf abgebrochen und dem Benutzer eine Anzeige übergeben.

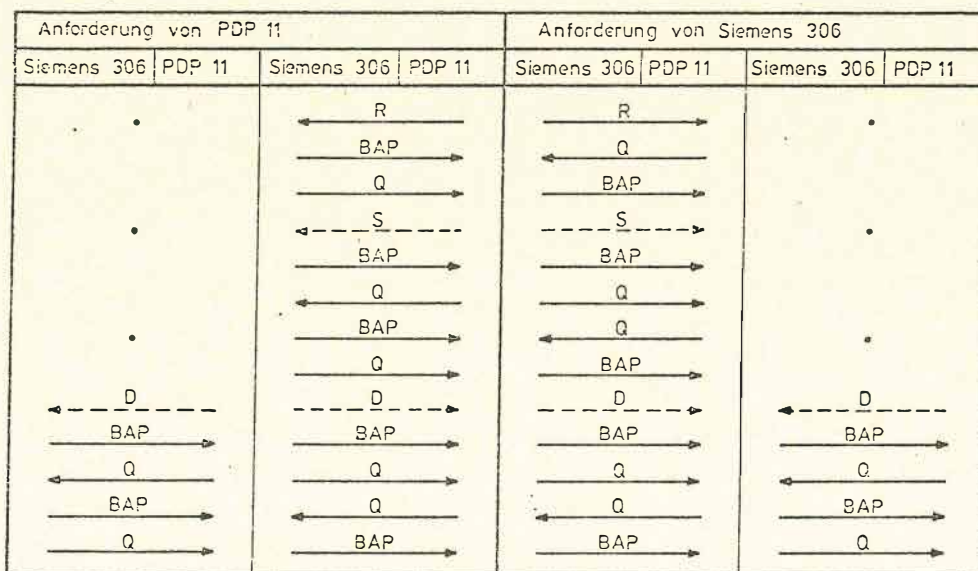


Abb. 3 Ablauf einer ungestörten Datenübertragung

R : Request  
 Q : Quittung  
 BAP : Befehlsabschl. } Interrupts  
 S : Steuerblock  
 D : Daten

## 5. Betriebserfahrungen

Die beschriebene Rechnerkopplung wurde Anfang Dezember 1974 in Betrieb genommen und arbeitet seitdem störungsfrei. Im 24-Stundenbetrieb erfolgt etwa alle 10 Sekunden eine Übertragung. Zur Zeit ist ein weiteres Interface im Bau, welches zur Kopplung einer Siemens 306 mit einer Siemens 320 bei gleicher Problemstellung in der KFA dient /3/.

Herrn Bussmann von der Firma Bayer in Leverkusen danken die Autoren an dieser Stelle für zahlreiche Anregungen und Verbesserungsvorschläge bei der Planung und Inbetriebnahme recht herzlich.



Literaturangaben:

- 1.a. Versatile PDP-11 CAMAC Crate Controller for Nuclear Data  
Acquisition and Processing  
H. Halling, K. Zwoil, K.D. Müller  
Proceedings of the IEEE, Volume NS-19, No. 1, Febr. 1972, p. 699
  
- 1.b. Crate System Controller CSC 11 B  
KFA Jülich - Interner Bericht, ZEL-NE 401-74  
K. Zwoil, W. John
  
2. DMA-Controller für CAMAC-PDP 11 Systeme  
KFA Jülich - Interner Bericht, ZEL-NE 403-74  
K. Zwoil, M. Chrischilles, W. John, H. Pohl, P. Reinhart
  
3. Kopplung von verschiedenen Experimentrechnern mit einer  
Siemens 306/320-Installation über CAMAC  
Tagungsbericht der 5. Jahrestagung des Anwenderkreises I  
Siemens Prozeßrechner vom 2. bis 4. April 1974  
F. Rongen