

Leonard Radermacher
ZEL/NE der KFA Jülich

Hardware - Rechnerkopplung

Siemens 305 - PDP 8

Nov. 1970

Hardware - Rechnerkopplung Siemens 305 - PDP 8

Es soll die hardware einer Rechnerkopplung des Prozeßrechners Siemens 305 mit mehreren Digital Equipment Kleinrechnern PDP-8 beschrieben werden. Ziel dieses Projektes ist es, Erfahrungen für ein on-line Datenverarbeitungsnetz in der Kernforschungsanlage Jülich zu gewinnen. Hier werden mehrere Experimente mit der PDP-8 betrieben. Einige dieser Experimentrechner sollen gekoppelt werden mit dem Prozeßrechner Siemens 305 im Zentrallabor für Elektronik.

Die Kopplung am Siemens Rechner soll über die langsame sog. Standardnahtstelle erfolgen. Über diese kann der Datentransfer teilwortweise 6 bit parallel maximal alle 6 μ s stattfinden. Es sollen auf Grund der 6 bit Teilwortstruktur an der Standardnahtstelle maximal sechs PDP-8 Rechner auf der Experimentseite angeschlossen werden. Diese können bis zu ca. zwei Kilometer vom Siemens Rechner entfernt sein. Das Interface an der Siemens - Nahtstelle soll - zusammen mit dem entsprechenden Steuerprogramm im Siemens Rechner - die Gesamtsteuerung der Rechnerkopplung übernehmen. Die zugehörige Koppel elektronik an der PDP muß so einfach wie möglich ausgelegt werden können, da sie ja für jeden PDP - Anschluß benötigt wird (Bild 1).

Beide Rechnertypen werden nicht gleichberechtigt gekoppelt, sondern hierarchisch. Die Initiative einer gewünschten Datenübertragung muß also immer von einer PDP-8 ausgehen. Die Siemens 305 soll nicht für ihre ureigenen Daten eine Ablage bei einer PDP suchen, sondern die PDP am Experiment entlasten. Im Siemens Rechner können die Daten dann nach bestimmten Kriterien ausgewertet und abgelegt oder zur PDP zurück übertragen werden.

Der Standardkanal der Siemens - Nahtstelle wird sozusagen aufgespalten, in sechs Teilkanäle für den Anschluß von bis zu sechs PDP-8 Rechnern oder evtl. auch Vielkanalanalysatoren. Diese Teilkanäle sollen allerdings nicht gleichzeitig innerhalb eines Übertragungsblocks arbeiten können, sondern nur nacheinander. Simultarbeit ist in einer weiteren Ausbaustufe möglich durch den Anschluß eines weiteren Interface an einen zweiten Siemens - Standardkanal. PDP-8 Anforderungen können aber zu jeder beliebigen Zeit beim Interface an der Siemens gestellt werden.

Ein Prioritätsnetzwerk speichert hier diese Requests ab. Vom Steuerprogramm werden diese dann zu geeigneter Zeit zugelassen. Die Prioritätssteuerung gibt dann die PDP - Anforderung frei, die zu diesem Zeitpunkt gerade die höchste Priorität hat.

Die PDP-Anforderung, die zugelassen wurde, überträgt nun ihren sog. Steuerblock in den Siemens Rechner und spezifiziert damit genau die Datenübertragung, die sie wünscht. Übrigens wird diese Steuerblockübertragung natürlich genau so behandelt wie eine Übertragung der wirklichen Experimentdaten. Im derzeitigen Konzept besteht dieser Steuerblock aus einem 24 bit - Wort. Es handelt sich also sozusagen um ein Steuerwort in Bezug auf die Siemens - Wortlänge. Das Steuerprogramm im Siemens Rechner wertet dieses Wort aus. Es enthält verschlüsselt die Übertragungsrichtung - also Eingabe oder Ausgabe aus dem Siemens Rechner -, zwei Dateinamen für die Daten und das Verarbeitungsprogramm, dann die Blocklänge der Übertragung und, ob eine sog. kurze oder lange Verarbeitung der Daten gewünscht wird. Je nach Inhalt des Steuerwortes kann eine Siemens Antwort auf diese PDP - Anforderung vom Steuerprogramm zeitlich im Anschluß an die zugehörige Steuerwortübertragung eingeleitet werden, oder die Beantwortung wird vom Steuerprogramm zurückgestellt, und es läßt eine neue PDP - Anforderung zu. Die Koordinierung der Zulassung von PDP-Anforderungen und deren Beantwortung führt also das Steuerprogramm durch. Eine Siemens Antwort auf eine PDP-Anforderung stellt dann die gewünschte Datenübertragung dar.

Der gesamte zu übertragende Datenblock wird in Teilblöcke aufgeteilt von z.B. 128 Siemens Worten, um bei einem evtl. in der Übertragung auftretenden Fehler nicht den gesamten Block wiederholen zu müssen. Besonders wichtig ist aber, daß eine PDP bei Auftreten eines Fehlers definiert zum Beginn eines Teilblocks zurückspringen kann.

Vor jeder Datenübertragung wird zur Auswahl des Rechnerkopplungselementes aus anderen externen Elementen und zu dessen Versorgung mit den nötigen Parametern eine sog. Eingabe- bzw. Ausgabebefehlsgruppe verwendet. Diese Befehlsgruppe ist nach einem festen Schema aufgebaut. In einem ersten Elementauswahlbefehl wird das Interface ausgewählt und ihm die Information

"folgende Eingabe oder Ausgabe" mitgeteilt. Dann folgen zwei Elementversorgungsbefehle, die das Rechnerkopplungselement mit der Anfangsadresse und der Blocklänge, des im folgenden zu übertragenden Datenblocks versorgen.

In Bild 2 ist dargestellt, wie mit Hilfe zweier weiterer Elementauswahlbefehle eine neue PDP - Anforderung oder eine Siemens Antwort auf eine schon dekodierte PDP-Anforderung im Rechnerkopplungselement zugelassen wird. Der Elementauswahlbefehl "Prüf" erkennt den Zustand der Steuerung und fragt ab, ob sie belegt ist oder nicht. Unter "belegt" soll verstanden werden, daß die Steuerung gerade eine Datenübertragung durchführt oder vorbereitet. Ist die Steuerung nicht belegt, so wird sie mit dem "Prüf"-Signal für eine Siemens Antwort an eine PDP belegt. Ein "Skip"-Signal meldet dann dem Steuerprogramm den Belegungszustand zurück. Dieser Skip kann dann per Programm alles weitere veranlassen. Es wird die schon erwähnte Eingabe- bzw. Ausgabebefehlsgruppe dem externen Element übergeben und der entsprechende Verarbeitungsablauf eingeleitet. Die Steuerung bleibt so lange für eine Siemens Antwort an eine PDP belegt, bis sie durch den Elementauswahlbefehl "Freigabe" zurückgenommen wird. Die Steuerung soll nun eine neue PDP-Anforderung zulassen. Im Prioritätsnetzwerk für die PDP - Requests wird gefragt: Ist eine PDP-Anforderung da? Wenn ja, so wird der entsprechende Verarbeitungsablauf der Steuerwort-Eingabe in den Rechner eingeleitet. Wenn nein, so ist die Steuerung sozusagen frei nach beiden Seiten, d. h. kommt jetzt eine PDP-Anforderung, so wird die zugehörige Steuerwort-Eingabe sofort eingeleitet, kommt aber der Elementauswahlbefehl "Prüf", so wird die Steuerung für die schon besprochene Siemens - Antwort an eine PDP belegt.

Bild 3 zeigt zunächst den Verarbeitungsablauf eines PDP-Requests mit der entsprechenden Steuerwort-Eingabe. Nach Zulassung der PDP durch das Steuerprogramm wird die Kenn-Nummer in eine vereinbarte Kernspeicherzelle des Rechners eingeschrieben. Dann wird ein spezielles sog. Programm-Unterbrechungsbit eingeschrieben zur Kennzeichnung des folgenden Interrupt. Das Steuerprogramm versorgt daraufhin das Rechnerkopplungselement mit der schon erwähnten Eingabebefehlsgruppe. Nach dieser Versorgung gibt das ex-

terne Element das Signal "Abweisend" zurück. Hiermit wird die Rechnerkopplungssteuerung gegen jede weitere Versorgung per Programm verriegelt. Der Verarbeitungsablauf einer "Siemens-Antwort" an eine PDP beginnt mit der Eingabe - bzw. Ausgabebefehlsgruppe und dem darauf folgenden "Abweisend". Dann wird die PDP-Kenn-Nummer aus der schon erwähnten vereinbarten Kernspeicherzelle ausgelesen. Die eigentliche Datenübertragung, die jetzt beginnt, läuft nach dem "shake-hand" - Prinzip ab, d. h. der ausgebende Rechner sendet mit den Daten ein sog. "Ready for Transfer"-Signal. Die Übernahme der Daten wird vom empfangenden Rechner mit einem Quittingssignal "Transfer-Accepted" bestätigt. Bei einer Dateneingabe in den Siemens - Rechner wird dessen Eingabebereitschaft mit dem sog. "Select"-Signal der PDP mitgeteilt. Hiermit wird die PDP aus anderen ausgewählt und kann mit dem "Ready"-Signal das erste 6 bit Teilwort dem Siemens Rechner übergeben. Danach wird im Rechnerkopplungselement die Datenadresse um ein Teilwort höhergeschaltet, der Blocklängenzähler um eins heruntergezählt und ein "Transfer-Accepted"-Signal der PDP zurückgegeben. Bei einer Ausgabe aus dem Siemens Rechner wird die Siemens - Ausgabebereitschaft mit dem "Ready"-Signal und dem ersten Datenteilwort der PDP direkt mitgeteilt. Ein "Transfer-Accepted" von der PDP zählt im Rechnerkopplungselement den Adresszähler um eins höher, den Blocklängenzähler um eins herunter. Erreicht der Blocklängenzähler Null, so wird ein sog. "Normaler Befehlsabschluß" eingeleitet. Es wird ein spezielles Programmunterbrechungsbit zur Kennzeichnung des folgenden Interrupt eingeschrieben und der beschriebene "Abweisend"-Zustand zurückgenommen. Tritt bei der Datenübertragung ein Fehler auf, so wird ein sog. "vorzeitiger Befehlsabschluß" eingeleitet, dh. es wird zusätzlich in einer festen Kernspeicherzelle (Anzeigenzelle) eine Anzeige eingeschrieben, die den Fehler näher kennzeichnet. Außerdem wird in diese Anzeigenzelle die Restadresse (Stand-des Adresszählers bei Auftreten des Fehlers) eingeschrieben. Fehler, die zu einem vorzeitigen Befehlsabschluß und damit zum Abbruch der Datenübertragung führen, sind erstens Zeitfehler, dh. nach einem "Ready"-Signal kommt nach einer festen Zeit kein "Transfer-Accepted", oder nach einem "Select" kommt kein "Ready"-Signal. Zweitens, wenn das externe Element in den geschützten Arbeitsspeicherbereich einzuschreiben versucht, wird eben-

falls die Datenübertragung sofort abgebrochen; drittens bei erreichter Blocklänge Null und einem danach noch erscheinenden "Ready", und viertens, wenn bei der Datenübertragung ein Parity-Fehler auftritt, wird eine Übertragung sofort beendet.

In Bild 4 sind sämtliche Daten- und Steuerleitungen (14 verdrehte Telefonkabel) dargestellt, die zum Anschluß einer PDP benötigt werden. Sechs Daten- und zwei Parityleitungen können in der Übertragungsrichtung umgeschaltet werden. Auf der "Request"-Leitung wird die PDP-Anforderung dem Prioritätsnetzwerk im Interface am Siemens Rechner mitgeteilt. Die "Direction"-Leitung teilt der PDP-Nahtstelle die Richtung der folgenden Übertragung mit. Das "Select"-Signal wählt eine der sechs PDP-Rechner für die Übertragung aus. Die "Ready for Transfer" - und "Transfer-Accepted" - Leitungen werden je nach Übertragungsrichtung sozusagen in ihrer Bedeutung umgeschaltet. Die "Mistake"-Leitung ist bidirektional ausgelegt, d. h. sie kann unabhängig von der Übertragungsrichtung einen auftretenden Fehler beiden Rechnernahtstellen sofort mitteilen. Stehen mehrere PDP-Rechner nahe beieinander, so kann für diese PDP-Gruppe eine gemeinsame Übertragungsleitung benutzt werden, jedoch müssen die "Request"- und "Select"-Leitungen separat vorgesehen werden. Dadurch können erhebliche Kabelkosten eingespart werden.

Bild 5 zeigt den Steuerteil der PDP-Nahtstelle. Der Datenteil mit der Umsetzung des 12 bit PDP-Wortes in 2 Wörter zu 6 Bit ist fortgelassen worden. Dieses Interface arbeitet an der Akku-Nahtstelle für den programmierten Datentransfer. Kommt ein "Select"-Signal vom Siemens Rechner, so wird für die Übertragungsrichtung: Eingabe in die Siemens 305 das erste in den externen Registern des PDP-Interface vorbereitend gespeicherte Datenteilwort mit einem "Ready" sofort zum Siemens - Rechner gesendet. Die Quitting "Transfer Accepted" nach Übernahme in der Siemens 305 setzt im PDP-Interface das "Data Ready" Flip-Flop zurück und löst entweder ein "Input Output Skip" (IOS) aus, wenn per Programm mit einem sog. "IOT-Befehl" abgefragt wird, oder es wird ein "Program-Interrupt" (PI) ausgelöst, wenn per Programm das "Interrupt-Enable" Flip-Flop gesetzt wurde. Daraufhin wird mit Hilfe eines weiteren IOT-Befehls das "Data Ready" Flip-Flop wieder gesetzt (Ready for Transfer) und das nächste Datenteilwort aus dem Akkumulator in das externe Register

übernommen und zum Siemens Rechner gesendet usw.

Bei der Übertragungsrichtung: Ausgabe aus der Siemens 305 wird mit dem "Ready for Transfer" wieder entweder ein IOS oder PI ausgelöst und mit einem IOT-Befehl das anstehende Datenteilwort in den Akkumulator übernommen. Gleichzeitig wird über einen monostabilen Multivibrator ein "Transfer Accepted" an die Siemens 305 zurückgegeben. Entsteht bei der Datenübertragung ein Fehler, wird dieser über den IOS oder PI der PDP mitgeteilt. Außerdem kann per Programm die Übertragungsrichtung und das "Not Select" als "End of Transfer" abgefragt werden.

Die Bilder 6,7 und 8 zeigen einige Testergebnisse der verwendeten Sender und Empfänger für die Übertragungsstrecke. Es wurden die Typen 75107 und 75110 von Texas Instruments verwendet. Die Sender arbeiten mit einer Konstantstromeinspeisung von 12 mA. Dieser Strom wird je nach logischem Eingangspegel des Senders entweder in den einen oder den anderen Draht des verwendeten verdrehten Telefonkabels eingespeist. Der Spannungsabfall am Kabelabschlußwiderstand wird dem Differenzverstärkereingang des Empfängers zugeführt. Am Ausgang des Empfängers steht dann ein logischer TTL-Pegel zur Verfügung. Die Oszillogramme zeigen eine Übertragung über zwei Kilometer. In der oberen Zeile ist das Eingangssignal des Senders, in der mittleren die beiden Eingangssignale des Empfängers, in der unteren Zeile das Empfänger-Ausgangssignal dargestellt. Die Laufzeit der Signale auf dem Kabel beträgt ca. 5 μ s/km. Überlappen sich die Empfänger-Eingangssignale nur um wenige Millivolt, so wird das entsprechende logische Ausgangssignal erzeugt. Eventuell müssen aus Gründen der Störsicherheit Teilerwiderstände am Empfängereingang vorgesehen werden.

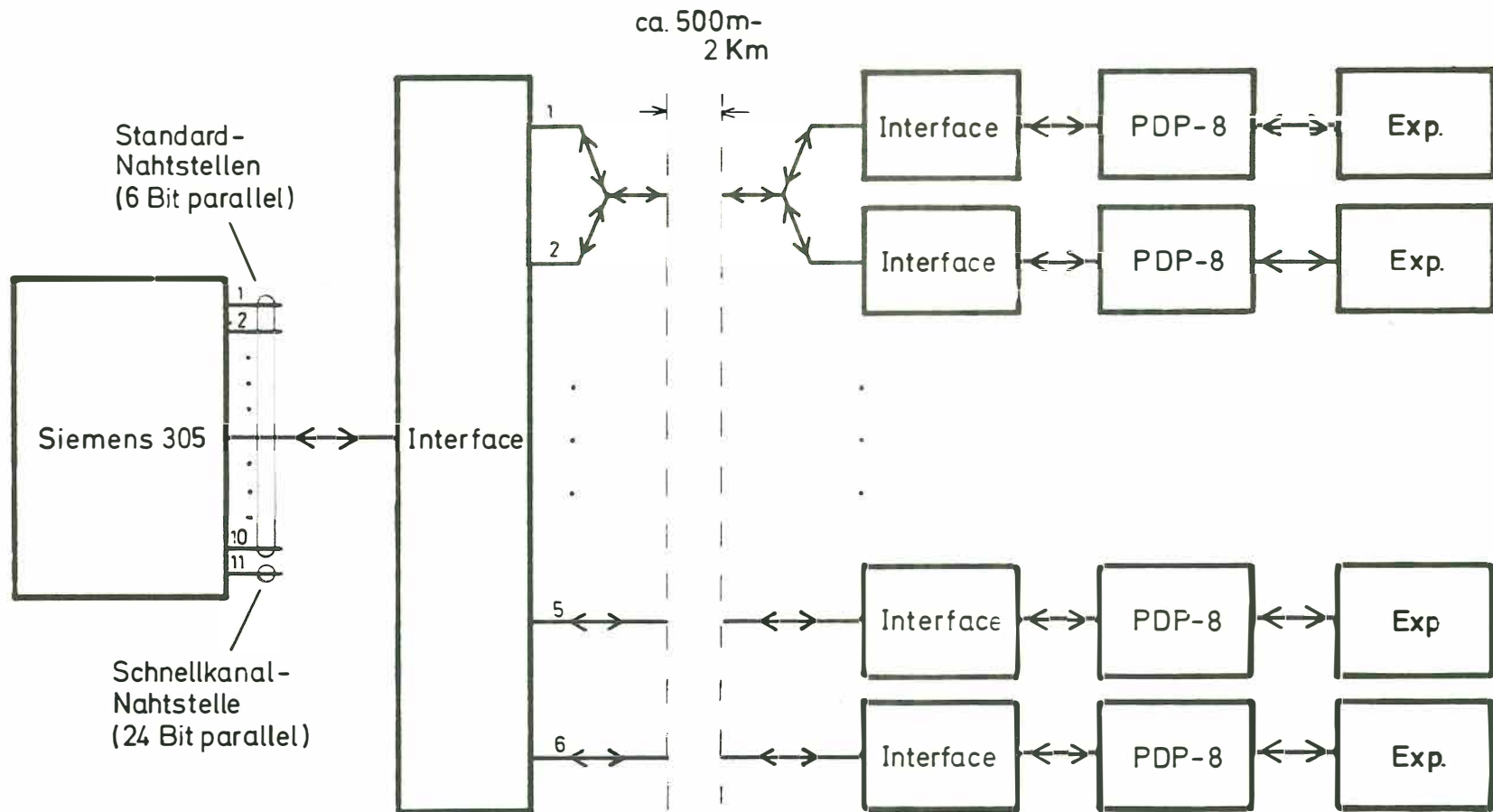


Bild 1

Koppelung von max. 6 PDP-8
mit einer Siemens 305

KFA-ZLE-NE

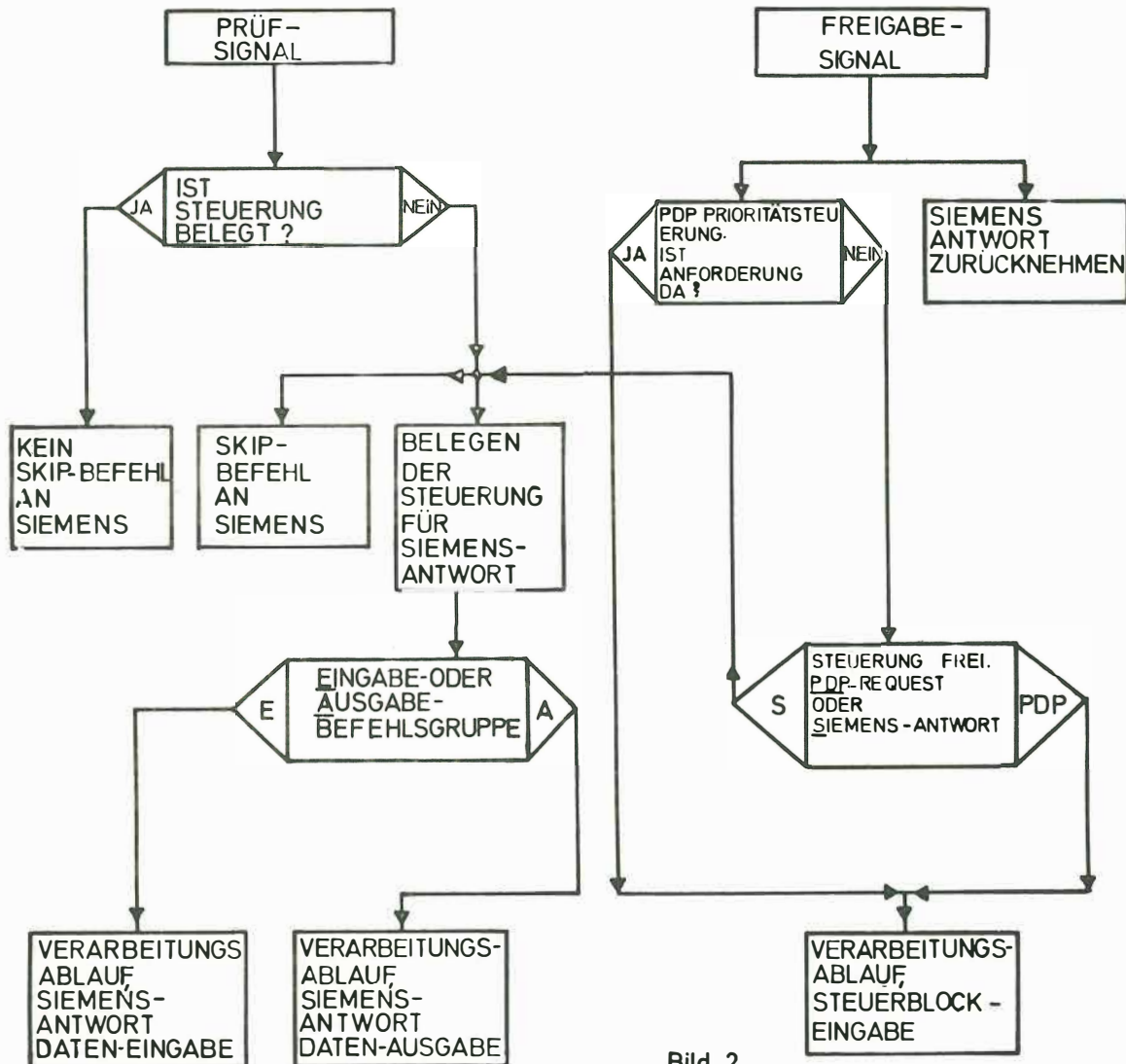
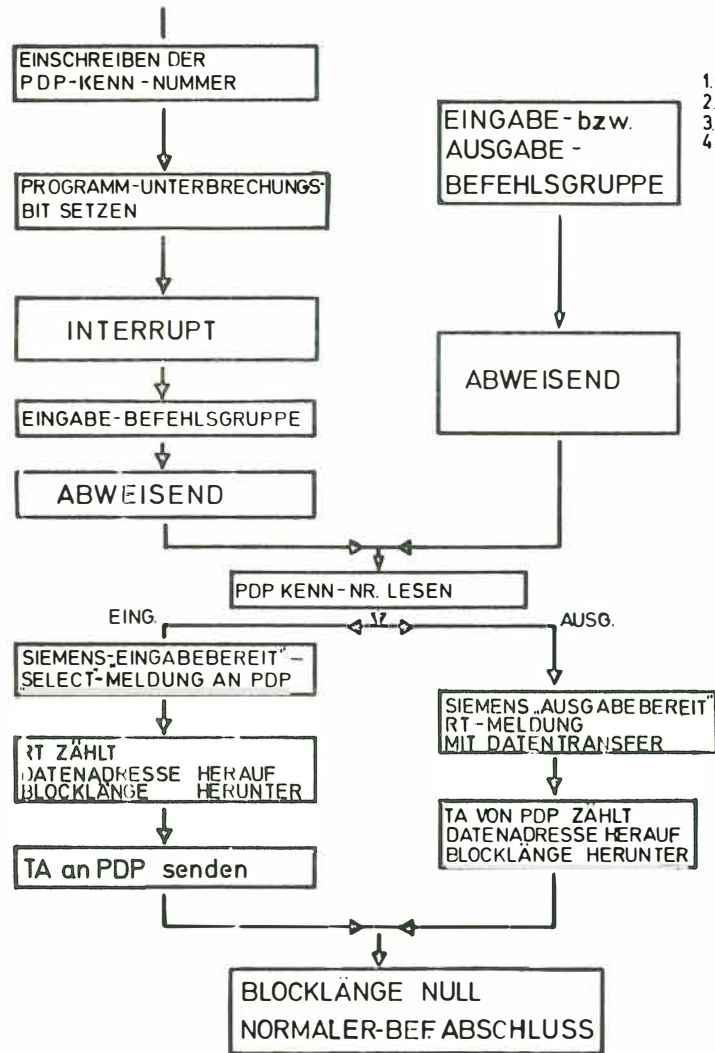


Bild 2
KFA/ZLE-NE

VERARBEITUNGSABLAUF
PDP-REQUEST
STEUERWORT-EINGABE



VERARBEITUNGSABLAUF
SIEMENS-ANTWORT
DATEN/EIN-AUSGABE

NORMALER/VORZEITIGER-BEFEHLSAB-
SCHLUSS

- 1.) ZEITKREIS-RT → TA-SELECT KEIN RT
- 2.) GESCHÜTZTER ASP-BEREICH
- 3.) PARITY-FEHLER
- 4.) BEI BLOCKLÄNGE NULL KOMMT-RT

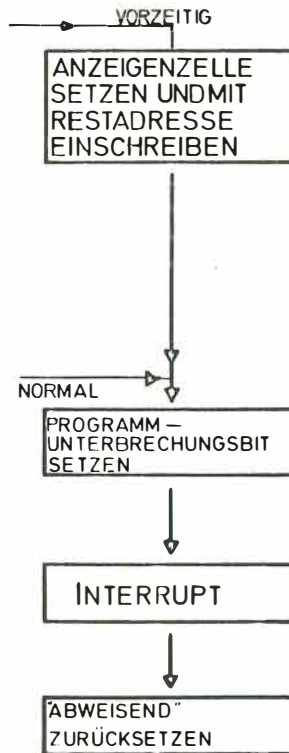


Bild 3
KFA/ZLE-NE

Signalleitungen (Übertragungsstrecke)

verdrilltes Telefonkabel
Laufzeit: 5ns/m oder
5µs/km

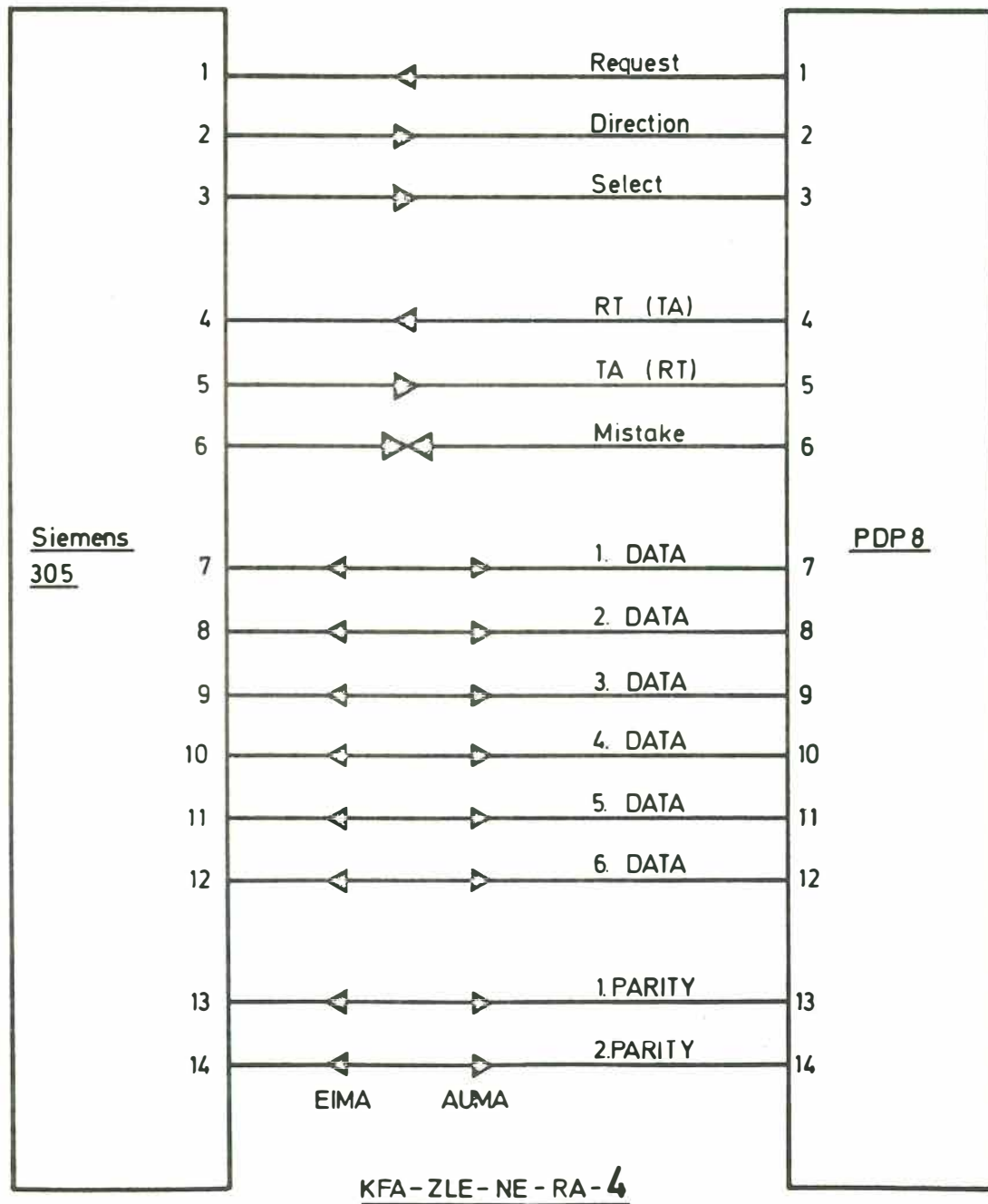


Bild 4

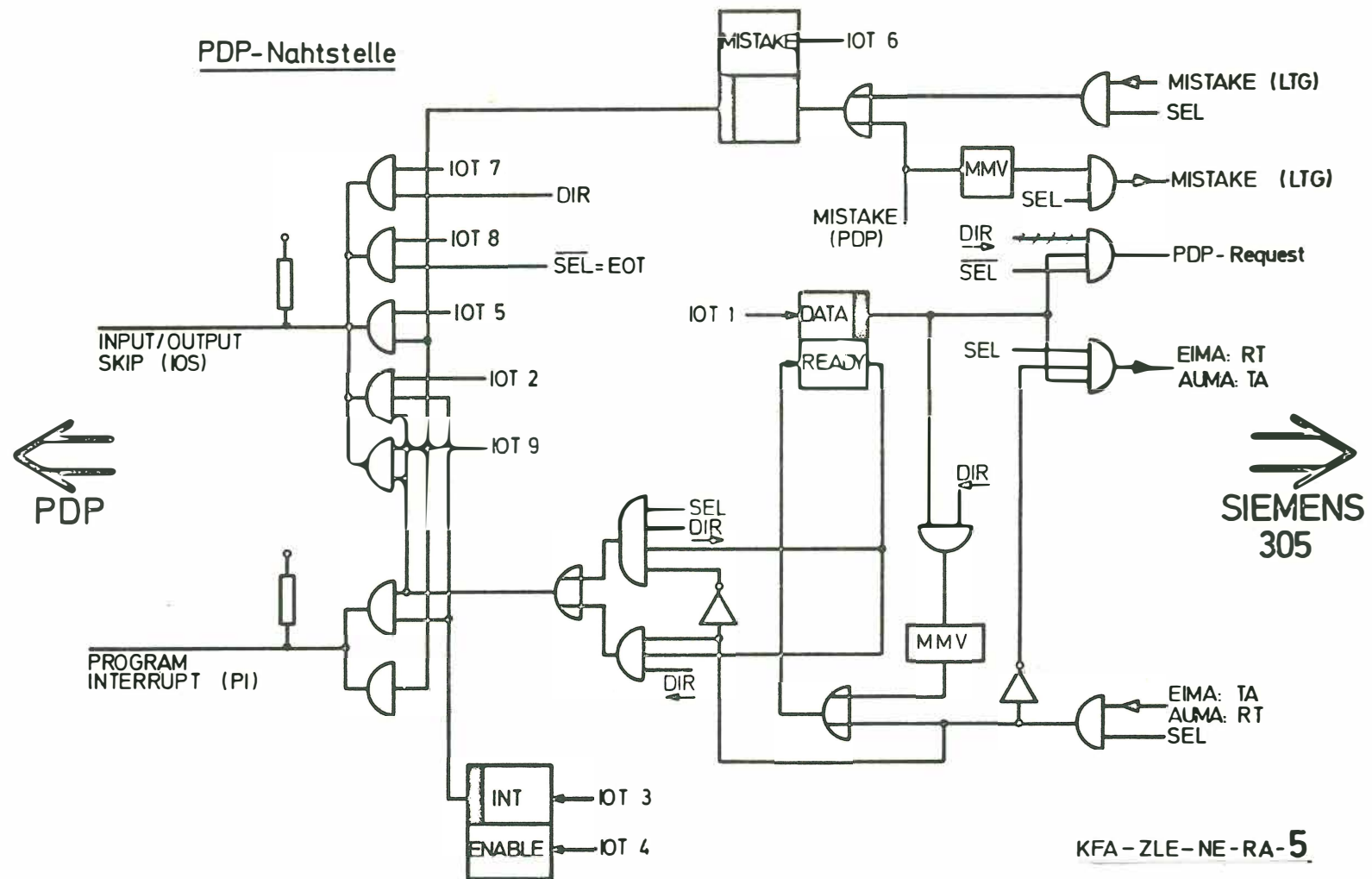
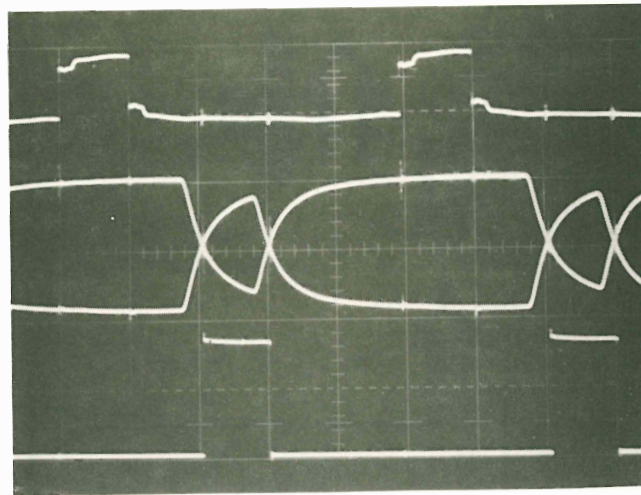


Bild 5

Bild 6



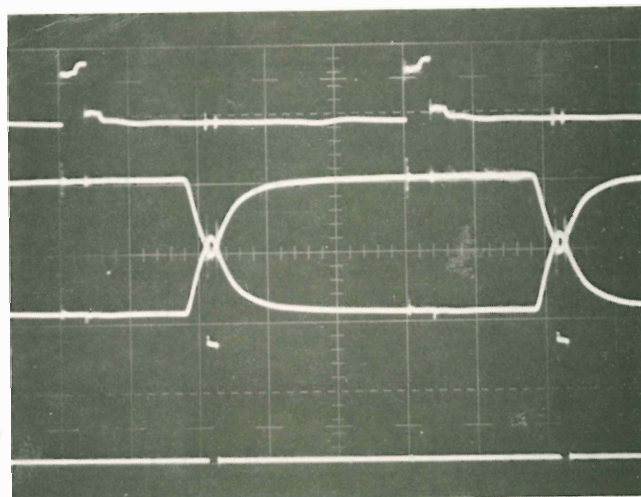
0,5V/cm

0,2V/cm

2V/cm

5 μ s / cm

Bild 7



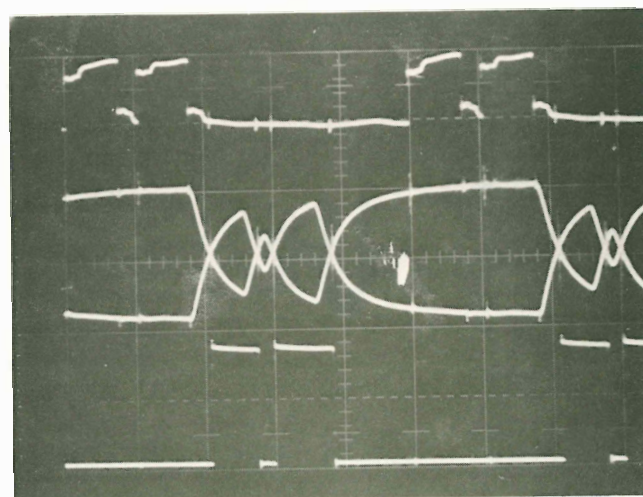
0,5V/cm

0,2V/cm

2V/cm

5 μ s / cm

Bild 8



0,5V/cm

0,2V/cm

2V/cm

5 μ s / cm