

EUR 3470.d

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

**STUDIE EINER GENERELLEN TECHNISCHEN LÖSUNG DES
DATENÜBERTRAGUNGSPROBLEMS IN EINEM
KERNFORSCHUNGSZENTRUM**

von

W. BECKER

1967



**Gemeinsame Kernforschungsstelle
Forschungsanstalt Ispra - Italien**

**Hauptabteilung Engineering
Technologie**

HINWEIS

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des Forschungsprogramms der Kommission der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) ausgearbeitet worden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Euratomkommission, ihre Vertragspartner und die in deren Namen handelnden Personen :

keine Gewähr dafür übernehmen, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen richtig und vollständig sind, oder dass die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden und Verfahren nicht gegen gewerbliche Schutzrechte verstößt;

keine Haftung für die Schäden übernehmen, die infolge der Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen, oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden oder Verfahren entstehen könnten.

Dieser Bericht wird in den auf der vierten Umschlagseite genannten Vertriebsstellen

zum Preise von DM 3.20

FF 4,-

FB 40

Lit. 500

Fl. 5,-

verkauft.

Es wird gebeten, bei Bestellungen die EUR-Nummer und den Titel anzugeben, die auf dem Umschlag jedes Berichts aufgeführt sind.

Gedruckt von Smeets
Brüssel, Mai 1967

Das vorliegende Dokument, wurde an Hand des besten Abdruckes vervielfältigt, der zur Verfügung stand.

EUR 3470.d

STUDIE EINER GENERELLEN TECHNISCHEN LÖSUNG DES DATENÜBERTRAGUNGSPROBLEMS IN EINEM KERNFORSCHUNGSZENTRUM von W. BECKER

Europäische Atomgemeinschaft - EURATOM
Gemeinsame Kernforschungsstelle - Forschungsanstalt Ispra (Italien)
Hauptabteilung Engineering - Technologie
Brüssel, Mai 1967 - 28 Seiten - 12 Abbildungen - FB 40

Gegenwärtig wird für das Kernforschungszentrum Ispra die Notwendigkeit von On-line-Verbindungen zwischen Laboratorien und dem Rechenzentrum sowie von Datenaustauschverbindungen zwischen verschiedenen Laboratorien geprüft. Daher wird ein Vorschlag für die technische Realisierung eines generellen Datenkommunikationssystems, das allen diesen Anforderungen genügen soll, behandelt. Nach einer kurzen Übersicht über naheliegende Anwendungsfälle eines solchen Systems im Zentrum werden die technischen

EUR 3470.d

STUDY ON A GENERAL TECHNICAL SOLUTION FOR A DATA-TRANSMISSION PROBLEM IN A NUCLEAR RESEARCH CENTER by W. BECKER

European Atomic Energy Community - EURATOM
Joint Nuclear Research Center - Ispra Establishment (Italy)
Engineering Department - Technology
Brussels, May 1967 - 28 Pages - 12 Figures - FB 40

For the time being, one is checking the necessity of on-line communications within the Ispra research center between laboratories and the calculation center, as well as of data links between different laboratories. A proposal as to the technical realization of a general data communication system corresponding to these requirements is treated. After a short survey over application cases near at hand of such a system in the center, the technical possibilities for executing the cable network with regard to cable type and network organization are discussed. It is proposed to use a system with a single multiply ramified coaxial cable

EUR 3470.d

STUDY ON A GENERAL TECHNICAL SOLUTION FOR A DATA-TRANSMISSION PROBLEM IN A NUCLEAR RESEARCH CENTER by W. BECKER

European Atomic Energy Community - EURATOM
Joint Nuclear Research Center - Ispra Establishment (Italy)
Engineering Department - Technology
Brussels, May 1967 - 28 Pages - 12 Figures - FB 40

For the time being, one is checking the necessity of on-line communications within the Ispra research center between laboratories and the calculation center, as well as of data links between different laboratories. A proposal as to the technical realization of a general data communication system corresponding to these requirements is treated. After a short survey over application cases near at hand of such a system in the center, the technical possibilities for executing the cable network with regard to cable type and network organization are discussed. It is proposed to use a system with a single multiply ramified coaxial cable

EUR 3470.d

STUDY ON A GENERAL TECHNICAL SOLUTION FOR A DATA-TRANSMISSION PROBLEM IN A NUCLEAR RESEARCH CENTER by W. BECKER

European Atomic Energy Community - EURATOM
Joint Nuclear Research Center - Ispra Establishment (Italy)
Engineering Department - Technology
Brussels, May 1967 - 28 Pages - 12 Figures - FB 40

For the time being, one is checking the necessity of on-line communications within the Ispra research center between laboratories and the calculation center, as well as of data links between different laboratories. A proposal as to the technical realization of a general data communication system corresponding to these requirements is treated. After a short survey over application cases near at hand of such a system in the center, the technical possibilities for executing the cable network with regard to cable type and network organization are discussed. It is proposed to use a system with a single multiply ramified coaxial cable

Möglichkeiten für die Ausführung des Leitungsnetzes hinsichtlich des Leitungstyps und der Netzorganisation diskutiert. Es wird ein System mittels eines einzigen vielfach verzweigten Koaxialkabels (ORLOC-System) vorgeschlagen. Solch ein Netzwerk ist für grössere Ausdehnung und hohen Datenfluss nur mittels neuartiger Verzweigungspunkte zu verwirklichen. Die dafür entwickelten Schaltungen, durch die sowohl Dämpfungen als auch Reflexionen im Verzweigungspunkt für jede Informationsflussrichtung mittels eines negativen Widerstands vermieden werden, werden ausführlich behandelt. Anschliessend wird für einen Beispielfall mit Zeitmultiplexorganisation des ORLOC-Systems der erzielbare Datenfluss pro Teilnehmer und für das Gesamtsystem berechnet. Die Vorteile des Systems werden in seiner grossen Flexibilität hinsichtlich seiner Anpassung an sich ändernde Schwerpunkte für Datenquellen und Datenverarbeitung sowie im Hinblick auf Vergrösserungen der Teilnehmerzahl und Änderungen der Signalart gesehen. Selbst temporär zu installierende Zugänge zum System wären wirtschaftlich vertretbar.

(ORLOC-System). Such a network can only be realized for larger extension and high data flux by means of a new type of ramification points. The therefore developed circuits avoiding attenuation and reflection at the ramification point for any sense of information flux by means of a negative resistance, are treated in detail. Thereafter, you will find demonstrated by an example a calculation of the obtainable data flux per subscriber as well as for the whole system, applying time multiplex organization of the ORLOC-system. The advantages of this system are considered to be its great flexibility in adapting to changing gravity points of data sources and data processing. Its further advantages are the capability of increasing the number of subscribers and changing the applied signal types. Even temporarily installed accesses to the system might be admissible from the economic point of view.

(ORLOC-System). Such a network can only be realized for larger extension and high data flux by means of a new type of ramification points. The therefore developed circuits avoiding attenuation and reflection at the ramification point for any sense of information flux by means of a negative resistance, are treated in detail. Thereafter, you will find demonstrated by an example a calculation of the obtainable data flux per subscriber as well as for the whole system, applying time multiplex organization of the ORLOC-system. The advantages of this system are considered to be its great flexibility in adapting to changing gravity points of data sources and data processing. Its further advantages are the capability of increasing the number of subscribers and changing the applied signal types. Even temporarily installed accesses to the system might be admissible from the economic point of view.

(ORLOC-System). Such a network can only be realized for larger extension and high data flux by means of a new type of ramification points. The therefore developed circuits avoiding attenuation and reflection at the ramification point for any sense of information flux by means of a negative resistance, are treated in detail. Thereafter, you will find demonstrated by an example a calculation of the obtainable data flux per subscriber as well as for the whole system, applying time multiplex organization of the ORLOC-system. The advantages of this system are considered to be its great flexibility in adapting to changing gravity points of data sources and data processing. Its further advantages are the capability of increasing the number of subscribers and changing the applied signal types. Even temporarily installed accesses to the system might be admissible from the economic point of view.

EUR 3470.d

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM

**STUDIE EINER GENERELLEN TECHNISCHEN LÖSUNG DES
DATENÜBERTRAGUNGSPROBLEMS IN EINEM
KERNFORSCHUNGSZENTRUM**

von

W. BECKER

1967



**Gemeinsame Kernforschungsstelle
Forschungsanstalt Ispra - Italien**

**Hauptabteilung Engineering
Technologie**

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenwärtig wird für das Kernforschungszentrum Ispra die Notwendigkeit von On-line-Verbindungen zwischen Laboratorien und dem Rechenzentrum sowie von Datenaustauschverbindungen zwischen verschiedenen Laboratorien geprüft. Daher wird ein Vorschlag für die technische Realisierung eines generellen Datenkommunikationssystems, das allen diesen Anforderungen genügen soll, behandelt. Nach einer kurzen Übersicht über nahe-liegende Anwendungsfälle eines solchen Systems im Zentrum werden die technischen Möglichkeiten für die Ausführung des Leitungsnetzes hinsichtlich des Leitungstyps und der Netzorganisation diskutiert. Es wird ein System mittels eines einzigen vielfach verzweigten Koaxialkabels (ORLOC-System) vorgeschlagen. Solch ein Netzwerk ist für grössere Ausdehnung und hohen Datenfluss nur mittels neuartiger Verzweigungspunkte zu verwirklichen. Die dafür entwickelten Schaltungen, durch die sowohl Dämpfungen als auch Reflexionen im Verzweigungspunkt für jede Informationsflussrichtung mittels eines negativen Widerstands vermieden werden, werden ausführlich behandelt. Anschliessend wird für einen Beispielfall mit Zeitmultiplexorganisation des ORLOC-Systems der erzielbare Datenfluss pro Teilnehmer und für das Gesamtsystem berechnet. Die Vorteile des Systems werden in seiner grossen Flexibilität hinsichtlich seiner Anpassung an sich ändernde Schwerpunkte für Datenquellen und Datenverarbeitung sowie im Hinblick auf Vergrösserungen der Teilnehmerzahl und Änderungen der Signalart gesehen. Selbst temporär zu installierende Zugänge zum System wären wirtschaftlich vertretbar.

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|--|-----------|
| 1) Vorbemerkung | 5 |
| I - MÖGLICHKEITEN DER ANWENDUNG UND DER KONVENTIONELLEN VERWIRKLICHUNG DER DATENÜBERTRAGUNG IM ZENTRUM ISPRA | 5 |
| 2) Anwendungsbeispiele für ein generelles Datenkom- munikationssystem in einem Kernforschungszentrum | 5 |
| 2.1) On-line-Rechenmaschinenbenutzung | 5 |
| 2.2) Off-line- oder teilweiser On-line-Rechen- maschinenbetrieb | 6 |
| 2.3) Experimente mit topographisch verteilten stationären Geräten | 6 |
| 2.4) Telemetrie und Fernsteuerung | 6 |
| 2.5) Zugriff zu zentralen Großkatalogen | 7 |
| 2.6) Ausführung von kleineren Rechenprogrammen auf einem zentralen Rechner über verteilte Ein- und Ausgabegeräte | 7 |
| 2.7) Sicherheitsüberwachungsaufgaben | 7 |
| 3) Technische Möglichkeiten für die Datenübertragung im Zentrum Ispra | 7 |
| 3.1) Drahtlose Übertragung | 7 |
| 3.2) Leitungsgebundene Übertragung | 8 |
| 3.2.1) Benutzung bereits im Zentrum vorhan- dener Leitungsinstallationen | 8 |
| 3.2.1.1) Alarmeinrichtungen | 8 |
| 3.2.1.2) Fernsprechleitungen der ver- legten Nebenstellenkabel ... | 8 |
| 3.2.1.3) Starkstrominstallationen ... | 8 |
| 3.2.2) Speziell für die Datenübertragung verlegte Leitungen | 8 |
| 3.2.2.1) Fernsprechleitungen | 8 |
| 3.2.2.2) Starkstromkabel | 9 |
| 3.2.2.3) Koaxialkabel | 10 |
| 4) Organisation des Kabelnetzes | 10 |
| 4.1) Vollständiges Sternsystem | 11 |
| 4.2) Sternsystem mit verschiedenen Ebenen | 11 |
| 4.3) Vollständiges Maschennetz | 11 |
| II - VORSCHLAG EINER TECHNISCHEN LÖSUNG MIT NEUARTIGEN ELEMENTEN FÜR EIN GENERELLES DATENKOMMUNIKATIONS- SYSTEM | 11 |
| 4.4) System mit einer verzweigten Verteilleitung (ORLOC) | 11 |
| 5) Die Verzweigungspunkte im ORLOC-System | 12 |
| 5.1) Ausführungsformen des negativen Widerstandes | 14 |
| 6) Übertragungskapazität für ein Ausführungsbeispiel des ORLOC-Systems | 16 |
| 6.1) Numerisches Beispiel | 19 |
| Literatur | 21 |

The Board of Directors has approved the following resolution:

Resolved, that the Board of Directors authorize the President and the Vice President to execute any and all documents necessary to carry out the business of the Corporation.

Witness my hand and the seal of the Corporation this 15th day of December, 1997.

President

Vice President

Secretary

Treasurer

Director

Director

Director

STUDIE EINER GENERELLEN TECHNISCHEN LÖSUNG
DES DATENÜBERTRAGUNGSPROBLEMS
IN EINEM KERNFORSCHUNGSZENTRUM (*)

1) Vorbemerkung:

=====

In vielen Kernforschungszentren sind Datenübermittlungssysteme für einen Datenaustausch zwischen Experimentort bzw. Labor oder Büro und Großrechner oder auch zwischen Experimentorten bzw. Laboratorien oder Büros untereinander in der Planung oder bereits in Gebrauch. Der Bedarf an derartigen Datenverbindungen im Zentrum Ispra für die nächsten Jahre wird gegenwärtig in Zusammenarbeit zwischen dem Rechenzentrum "CETIS" und der "Elektronischen Instrumentierung" festgestellt.

Aus diesen Gründen wurden die Möglichkeiten untersucht, ein generelles Datenkommunikationssystem zu schaffen, das allen diesbezüglichen Anforderungen innerhalb des Zentrums genügt. Als Ergebnis dieser Untersuchungen wird ein Kabelnetzwerk, das aus einem vielfach verzweigten Koaxialkabel mit neuartigen Verzweigungspunkten besteht, als Grundlage für den Aufbau eines solchen generellen Datenaustauschsystems vorgeschlagen.

Die eigentliche Übertragung einschließlich eventueller Zwischenspeicherungen der Daten soll aus Gründen der Störsicherheit nur digital erfolgen, jedoch ist die technische Ausführung der Datensender und -empfänger sowie der Verkehrsorganisationsinstrumentierung nicht Gegenstand dieser Ausführungen.

Für die wertvolle Mithilfe bei der Bearbeitung der Probleme sei an dieser Stelle Herrn F. Sorel gedankt.

I - MÖGLICHKEITEN DER ANWENDUNG UND DER KONVENTIONELLEN VERWIRKLICHUNG DER DATENÜBERTRAGUNG IM ZENTRUM ISPRA

2) Anwendungsbeispiele für ein generelles Datenkommunikationssystem in einem Kernforschungszentrum

=====

2.1) On-line-Rechenmaschinenbenutzung

On-line-Betrieb einer Rechenmaschine wird überall dort angewendet, wo die Parameter für die Durchführung eines Experiments in einem geschlossenen Regelkreis von der Rechenmaschine direkt und als Ergebnis der (real time) Datenanalyse des laufenden Experiments verändert werden können müssen. Dies kann z.B. notwendig werden, um die Ergebnisse zu optimieren, oder um überhaupt erst die für die Erzielung eines Resultats notwendige Kombination der Experimentparameterwerte zu finden.

(*) Manuskript erhalten am 24. Januar 1967.

Obwohl der ideale On-line-Betrieb vollautomatisch abläuft, kann der Regelkreis auch möglicherweise eine menschliche Bedienungskraft einschließen. Diese würde dabei in die Lage versetzt, schnelle Entscheidungen während des laufenden Experiments zu treffen und dadurch, verglichen mit der herkömmlichen Art der Experimentsteuerung, Zeit und Kosten zu sparen. Die Anzeige der von der Rechenmaschine bereits verarbeiteten Daten wird in diesem Fall aus Gründen der Übersichtlichkeit häufig nur das Ergebnis einer teilweisen Analyse sein, welche genügend detailliert ist, um eine ausreichende Information für die zu treffenden Entscheidungen bezüglich eventueller Abänderungen des Experimentverlaufs zu liefern.

- 2.1.1) Zeitmultiplex-On-line-Betrieb zwischen Laboratorien und zentralisierten Großrechnern.
- 2.1.2) On-line-Betrieb zwischen verschiedenen Experimenten in einer Experimentierhalle einerseits und einer örtlich benachbarten kleineren Rechenmaschine andererseits oder zwischen einem Experiment und einer speziell hierfür geeigneten, jedoch aus anderen Gründen an einem entfernteren Ort fest installierten Rechenmaschine.
- 2.1.3) Kommunikation zwischen Kleinrechnern in den Laboratorien, die als Datenreduzierer oder Tabellierer arbeiten, und einem zentralisierten Großrechner für die Datenanalyse (z.B. Argonne National Laboratories).
- 2.2) Off-line- oder teilweiser On-line-Rechenmaschinenbetrieb, bei welchem zentralisierte Großspeicher, die nicht am Experimentort verfügbar gemacht werden können, für solche Speicherzwecke nutzbar gemacht werden sollen, wo z.B. kein Verlust der originalen Experimentdaten geduldet werden kann (für Experimente, welche nicht wiederholt werden können, wenn Daten, die für die ursprünglich vorgenommene Analyse nicht verwendet wurden, für eine spätere, womöglich ganz andersartige Auswertung benötigt werden).
- 2.3) Experimente, an welchen topographisch verteilte stationäre Geräte beteiligt sind, die durch Datenübertragung zusammenarbeiten können.
- 2.4) Telemetrische Aufgaben. Hierfür wird normalerweise eine größere Anzahl von Kanälen mit geringer Datenübertragungskapazität benötigt. Die Datenverbindungen werden hierbei zwischen vielen verschiedenen Orten z.B. eines Forschungszentrums errichtet, und ihre Lage ist im allgemeinen weniger am Aufstel-

lungsort der Großrechenmaschinen orientiert.

Über ein solches System können auch Fernsteuerbefehle gegeben werden.

- 2.5) Zugriff zu zentralen Großkatalogen (wissenschaftliche oder administrative Dokumentation).
- 2.6) Zugriff zu einer zentralen Rechenmaschine für kleinere Rechenprogramme, die die Kapazität eines normalen Tischrechners übersteigen. Dabei ist es z.B. mittels eines kleinen Ein/Ausgabegeräts möglich, über eine Datenverbindung geringer Übertragungskapazität direkt mit der zentralen Rechenmaschine in Kontakt zu treten. Es können bereits in der Maschine gespeicherte oder ebenfalls selbst in die Maschine gegebene Programme benutzt werden.
- 2.7) Sicherheitsüberwachungsaufgaben über räumliche Entfernungen hinweg.

3) Technische Möglichkeiten für die Datenübertragung

im Zentrum Ispra

Für ein generelles Datenübertragungssystem, das möglichst flexibel ist im Hinblick auf schnell zu erstellende und eventuell nur vorübergehend benötigte Anschlußmöglichkeiten, Erweiterungen der Übertragungskapazität und des erfaßten Gebiets, Verlagerungen der Verkehrsschwerpunkte durch unvorhergesehene Entwicklungen und die verwendeten Übertragungssignale wurden die folgenden konventionellen technischen Übertragungsmittel untersucht:

- 3.1) Drahtlose Übertragung. Eine direkte Übertragung mittels sich frei ausbreitender elektromagnetischer Wellen mußte aus Lizenzgründen ausgeschlossen werden. Im sogenannten 27-MHz-Jedermanns-Band ("citizens' band") wäre die Bandbreite nicht ausreichend und die Gefahr gegenseitiger Störungen des Systems und privater Stationen außerhalb des Zentrums zu groß. Gerichtete Infrarot- oder Lichtwellen-Übertragungslinien könnten lediglich zusätzlich für bewegliche Stationen als Verbindungen mit dem generellen Zentrumsnetz Verwendung finden, weil ihnen die Mängel des Auf-den-Partner-Ausrichtens, der Notwendigkeit direkter Sichtverbindung und der Abhängigkeit von den atmosphärischen Bedingungen wie vor allem Nebel anhaften. Aus diesen Gründen wurden im folgenden für das allgemeine Datenaustauschsystem nur leitungsgebundene Übertragungen in Betracht gezogen.

3.2) Leitungsgebundene Übertragung.

3.2.1) Benutzung bereits im Zentrum vorhandener Leitungsinstallationen.

3.2.1.1) Alarmeinrichtungen wie das vorhandene Lautsprechersystem oder das Feuermeldesystem, welche in allen Gebäuden installiert sind, sollten nicht für Datenübertragungszwecke benutzt werden, um ihre Zuverlässigkeit nicht herabzusetzen.

3.2.1.2) Für Fernsprechzwecke benutzte oder nicht benutzte Fernsprechleitungen, die sich zusammen mit in Betrieb befindlichen Fernsprechleitungen im selben Kabel befinden, dürfen laut Vorschrift der zuständigen Telefongesellschaft nicht für andere als für reine Telefonzwecke verwendet werden. Deshalb muß ein Datenverkehr über solche Leitungen ausgeschlossen werden.

3.2.1.3) Benutzung des Starkstromnetzes. Messungen haben ergeben, daß die im Zentrum installierten Starkstromleitungen nur über kurze Entfernungen (z.B. 100 m) zusätzlich als Datenübertragungswege benutzt werden können. Dies rührt daher, daß die Dämpfung im in Betracht kommenden Frequenzbereich um 100 KHz von den starken Nebenschlüssen, verursacht durch die normalerweise in den Laboratorien angeschlossenen Geräte, zu stark ist.

3.2.2) Leitungen, die speziell zum Zweck der Datenübertragung verlegt werden.

3.2.2.1) Fernsprechleitungen, die getrennt von den in Benutzung befindlichen Fernsprechinstallationen verlegt wurden. Wenn lediglich der Sprachfrequenzbereich benutzt wird, so ist die Übertragungskapazität sehr begrenzt. Diese Art von Übertragungen kann mit den typischen MODEM-Systemen durchgeführt werden, die von vielen Herstellern angeboten werden. Messungen der Dämpfung in Abhängigkeit

von der Frequenz und Störspannungsmessungen, die im Zentrum durchgeführt wurden, zeigen, daß es möglich ist, die Übertragungsbandbreite bis auf einige hundert kHz auszudehnen und auf diese Weise eine beträchtliche Vergrößerung der Übertragungskapazität zu erreichen. Für den oberen Frequenzbereich müssen allerdings bereits sorgfältige Vorkehrungen getroffen werden, um die Nebensprechdämpfung und den Störspannungsabstand genügend groß zu halten.

Derartige Leitungen sollten vorzugsweise nach Bedarf direkt zwischen zwei Datenpartnern verlegt werden, da die zur Verfügung stehende Bandbreite nicht für ein umfassendes Multiplex-Datenkommunikationssystem ausreicht. Eine solche Direktverlegung würde jedoch zu einer großen Anzahl im Zentrum vorhandener Leitungen führen und in der Praxis bei jeder Änderung der Übertragungslinien zu einem Verlust an Material und Arbeitszeit. Fernsprechleitungen scheinen daher nicht die optimale Lösung für das Übertragungsmittel in einem generellen Datenübertragungssystem auf Zentrumsstufe darzustellen. Ihr hauptsächliches Anwendungsnutzen mag auf dem Gebiet der speziellen Übertragungslinien liegen, so z.B. für wichtige Überwachungsleitungen, die aus Zuverlässigkeitsgründen völlig unabhängig von allen anderen Installationen verlegt werden sollten.

- 3.2.2.2) Getrennt von den Starkstrominstallationen für den Zweck der Datenübertragung speziell verlegte Starkstromleitungen:
Dieser Leitungstyp ist für die Übertragung niedrigerer Frequenzen (bis zu einigen hundert kHz) geeignet. Die Datenkanäle sollten jedoch in ihrer Bandbreite klein gehalten werden, weil die Störeinstreuungen relativ stark sind. Ein solches Kabelsystem wird in Multiplex-Betrieb für 400 sehr langsame Kanäle (10 Hz/Kanal) bei CERN benutzt (1)(2). Weil ein

solches Leitungssystem in seiner Übertragungskapazität sehr begrenzt ist, kann es ebenfalls nicht wirkungsvoll für eine generelle Datenübertragungsanlage verwendet werden, die auch Kanäle für größeren Datenfluß enthalten soll.

3.2.2.3) Koaxialkabel.

Da die vorliegende Situation im Zentrum in jedem Fall dazu führt, daß Extrakabel für die Datenübertragung verlegt werden müssen und die Kabelkosten pro Meter zwischen den verschiedenen in Frage kommenden Typen nicht allzusehr differieren, bietet es sich an, ein Breitbandkabel für die Ausführung des Netzes zu wählen, das gleichzeitig gut gegen Störeinstreuungen geschützt ist, also Koaxialkabel. Mit normalem, d.h. preiswertem Koaxialkabel kann man ohne weiteres bis über 10 MHz als höchste Übertragungsfrequenz verwenden, ohne daß bei den vorliegenden Entfernungen von 1 - 2 km Verstärker notwendig werden. Diese Kabel sind bei geringem Aufpreis auch mit Spezialmänteln zur Verhinderung des Eindringens von Feuchtigkeit bei Verlegung unter der Erde erhältlich. Mit einem einmal installierten Koaxialkabelnetz ergibt sich betrieblich natürlich die größte Freiheit in der Wahl der zu übertragenden Signalarten.

Ein Datenübertragungssystem für 10 parallele Kanäle in jeder Richtung und einen Gesamtdatenfluß von $2 \cdot 10^5$ bits/sec, in dem Frequenzmultiplex und ein einziges Koaxialkabel für beide Richtungen verwendet werden, wurde unter der Bezeichnung DATRAC I entwickelt.

4) Organisation des Kabelnetzes

=====

Da im vorliegenden Fall der Ausbildung eines Kabelnetzes für ein generelles Datenübertragungssystem nicht auf bereits im Zentrum vorhandene Leitungssysteme zurückgegriffen werden kann (siehe Kapitel 3), ergeben sich 4 hauptsächliche Möglichkeiten für die Organisation eines solchen Kabelnetzes.

- 4.1) Vollständiges Sternsystem (wie bei kleinen Fernsprechnetzen). Für diese Organisationsart wird eine Datenvermittlungszentrale benötigt. Die Gesamtlänge zu verlegender Kabel wird hierbei sehr groß. Für eine möglichst unbeschränkte Wahl der miteinander zu verbindenden Stationen ist dieses System bezüglich der Installationskosten und der Wartung relativ teuer.
- 4.2) Sternsystem mit verschiedenen Ebenen (wie bei nationalen Fernsprechnetzen). In diesem Fall würde sich die Gesamtkabellänge gegenüber derjenigen bei einem vollständigen Sternsystem (siehe 4.1) verringern, jedoch würde eine möglichst unbeschränkte Freiheit in der Wahl der miteinander zu verbindenden Stationen einen ganz erheblichen Aufwand an über das Zentrum verteilten Datenvermittlungszentralen erfordern.
- 4.3) Vollständiges Maschennetz. In einem vollständigen Maschennetz würde jede Datenstation mit jeder anderen Datenstation durch ein direktes Kabel verbunden sein. Diese Anordnung wäre ideal für die Freiheit in der Verbindungswahl, jedoch ist ihre Verwirklichung wegen der außerordentlichen Gesamtkabellänge praktisch nicht möglich.

II - VORSCHLAG EINER TECHNISCHEN LÖSUNG MIT NEUARTIGEN ELEMENTEN FÜR EIN GENERELLES DATENKOMMUNIKATIONSSYSTEM

- 4.4) System mit einer verzweigten Verteilleitung ("ORLOC" = One Ramified Line Omnidirectional Communication). Ein solches System dürfte bei Verwendung eines verzweigten Koaxialkabels in der Lage sein, den Datenkommunikationsanforderungen eines Forschungszentrums wie Ispra für die nächste Zukunft in technisch und wirtschaftlich befriedigender Weise zu genügen. Bei diesem System sind alle Teilnehmerstationen durch eine gemeinsame Leitung untereinander verbunden. Die Leitung ist zu diesem Zweck gemäß den jeweiligen Anforderungen hinsichtlich der Anzahl und der topographischen Anordnung der Teilnehmerstationen vielfach verzweigt (Fig.1). Die Übertragungslinien zwischen zwei Teilnehmern werden mittels Zeit- oder Frequenzmultiplexverfahren hergestellt. Die Multiplexmöglichkeit und damit die Vorzüge dieses Systems wachsen mit dem Verhältnis der ausnutzbaren Übertragungsbandbreite des Kabels zur Größe des Datenflusses pro Teilnehmer. Deshalb ist Koaxialkabel günstig für die Ausführung des ORLOC-Systems vor allem, wenn neben den Kanälen mit niedrigem auch solche mit hohem Datenfluß gefordert werden. Wenn einige Teilnehmer einen besonders hohen Datenfluß benötigen, weil sie z.B. wie die Rechenzentrale gleichzeitig mit mehreren Teilnehmern Verkehr abwickeln müssen, so läßt sich dies einfach durch Zuordnung mehrerer Adressen für die betreffenden Teilnehmer erreichen, ohne daß es

irgendwelcher Änderungen des Kabelnetzes bedarf. Als spezieller Vorteil dieses Systems wird seine weitgehende Anpassungsfähigkeit gegenüber jeder Entwicklung von neuen Datenquellen- oder Datenverarbeitungsschwerpunkten auf dem Zentrumsgelände oder auch hinsichtlich eines Anwachsens der Teilnehmerzahl angesehen. Weil die zusätzliche Verbindung eines neuen Teilnehmers mit dem System keinen großen technischen und kostenmäßigen Aufwand erfordert, kann eine solche Verbindung auch für temporäre bzw. provisorische Zwecke durchgeführt werden.

Ein System mit verzweigter Verteilleitung für 400 sehr schmalbandige Kanäle (10 Hz/Kanal) für reine Telemetrie Anwendungen ist, wie bereits erwähnt, bei CERN in Benutzung (1)(2). Benutzt wird Lichtleitungskabel mit 5 Adern.

Im Kernforschungszentrum Saclay ist eine Anlage mit 38 verzweigten Leitungen des Fernsprechleitungstyps in der Planung (3).

Ein interner Bericht beschreibt Vorschläge für ein teilweise mit verzweigten Leitungen arbeitendes System für das Kernforschungszentrum Grenoble.

In allen erwähnten Systemen ist nicht das Problem gelöst worden, koaxiale Kabel reflexionsfrei für den Betrieb in mehreren Richtungen zu verzweigen. Aus diesem Grund vermeiden alle bekannten Systeme verzweigte Leitungen für hohen Datenfluß in beliebiger Richtung.

Durch die bei uns gegenwärtig in Entwicklung befindlichen speziellen Kabelverzweigungen mit negativem Widerstand ist es möglich, Vielfachverzweigungen von Koaxialkabeln herzustellen, in denen für alle Informationsflußrichtungen praktisch weder Reflexionen noch Signaldämpfungen auftreten (4). Diese Eigenschaft der Verzweigungspunkte eröffnet die Möglichkeit, auch stark verzweigte Leitungssysteme wie das für das Zentrum in Planung befindliche ORLOC-System ohne technische Schwierigkeiten durch Echosignale oder zu starke Dämpfungen aufzubauen.

5) Die Verzweigungspunkte im ORLOC-System

=====

Für eine reflexionsfreie Kabelverzweigung mit Dämpfung (Fig. 3) ist für den Serienwiderstand im Verzweigungspunkt

$$R_s = Z \left(1 - \frac{2}{n} \right)$$

zu wählen, wobei n die Gesamtzahl der zum Verzweigungspunkt führenden Kabel ist. Die auftretende Dämpfung in jeder Übertragungsrichtung ist dabei

$$\frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{aus}}} = \frac{Z+R_s}{Z-R_s} \cdot$$

Daraus ergeben sich für die

Verzweigung mit 3 Kabeln $R_s = \frac{Z}{3}$ und die Dämpfung $\frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{aus}}} = 2$

und für die Verzweigung mit 4 Kabeln $R_s = \frac{Z}{2}$ und die Dämpfung $\frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{aus}}} = 3$.

Sind in dem Übertragungssystem eine größere Anzahl von Verzweigungspunkten vorhanden, so ist die durch passive Verzweigungen der vorstehend beschriebenen Art im Gesamtsystem hervorgerufene Dämpfung nicht vernachlässigbar.

In diesem Fall wird vorgeschlagen, durch Einfügung eines negativen Widerstands geeigneter Größe in den Verzweigungspunkt, und zwar zwischen den Verbindungspunkt der einen Leiter der Kabel (bei Koaxialkabel der Innenleiter) und den Verbindungspunkt der anderen Leiter der Kabel (bei Koaxialkabel der Kabelmante) gleichzeitig sowohl die Reflexionen als auch die Dämpfung für jede beliebige Signalflußrichtung zu eliminieren (Fig. 2). Im allgemeinen Fall muß dieser Widerstand

$$R = \frac{Z^2 - R_s^2}{(2-n)Z + nR_s}$$

gewählt werden. Es ergibt sich dann eine Dämpfung von

$$\frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{aus}}} = \frac{Z+R_s}{Z-R_s} \cdot$$

Man sieht, daß für $R_s=0$ mit

$$\frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{aus}}} = 1$$

keine Dämpfung der durch den Verzweigungspunkt fließenden Signale mehr auftritt (Fig. 4). In diesem Fall ($R_s=0$) ergibt sich für den negativen Widerstand

$$-R = \frac{Z}{n-2} \cdot$$

Der Verzweigungspunkt besteht also hierbei nur noch aus der Kabelverbindung und einem negativen Widerstand.

Für den einen Sonderfall (Fig. 3) der Reflexionsfreiheit mit Dämpfung (passive Verzweigung) wird in Fig. 5 die Beziehung

$$R_s = f(n) \text{ für } R = \infty$$

und für den anderen Sonderfall (Fig. 4) der Reflexionsfreiheit ohne Dämpfung (verwendete Verzweigung) in Fig. 6 die Beziehung

$$R = f(n) \text{ für } R_s = 0$$

angegeben.

5.1) Ausführungsformen des negativen Widerstands

~~Für den negativen Widerstand müssen vor allem 2 Forderungen erfüllt werden:~~ genügend großer Frequenzbereich und genügend große Aussteuerbarkeit, in denen der negative Widerstand konstant ist. Im vorliegenden Anwendungsfall soll der Frequenzbereich von 0 Hz oder nahe 0 Hz bis 10 MHz reichen und die Aussteuerbarkeit möglichst 1 V betragen. Für einen Verzweigungspunkt mit $n=3$ Kabeln, die einen Wellenwiderstand von 50Ω haben, ist ein negativer Widerstandswert von $R = -50\Omega$ erforderlich.

Zur Erzeugung dieses negativen Widerstands sind die folgenden Möglichkeiten untersucht worden:

Rückgekoppelter Verstärker
PNPN-Diode
Tunneldiode allein
Tunneldiode mit Transistor.

Die PNPN-Diode scheidet wegen ihres ungeeigneten Kennlinienverlaufs (hoher negativer Widerstand) aus, ebenso die Tunneldiode allein wegen ihrer geringen Aussteuerbarkeit (falls nicht extrem kleine Signalpegel verwendet werden sollen).

Ein rückgekoppelter Verstärker wurde mit 2 Transistoren 2N709 aufgebaut. Für einen negativen Widerstand von $R = -50\Omega$ wird eine Impedanz im Rückkopplungszweig von

$$Z_f = \frac{50 Z_1 (A_v - 1)}{Z_1 + 50}$$

benötigt.

Hierbei bedeuten Z_1 die Eingangsimpedanz des Verstärkers
 und A_v die Spannungsverstärkung des Verstärkers ohne Rückkopplung.

Ein weiterer rückgekoppelter Verstärker wurde mittels des in integrierter Schaltungstechnik in einem TO5-Gehäuse untergebrachten Verstärkers $\mu A702A$ der Firma Fairchild ausgeführt (Fig. 7). Das Frequenzband, in dem der negative Widerstand hinreichend konstant blieb, erstreckte sich von 0 - 20 MHz. Die Eigenschaften dieses Verstärkers in der Anwendung als negativer Widerstand im Verzweigungspunkt entsprachen weitgehend dem obenerwähnten Verstärker mit 2 Transistoren.

In einer in der NTZ von E. Klein und E. Buder veröffentlichten Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke (5) war zum Zwecke der Anwendung in Oszillatorschaltungen die Zusammenschaltung einer Tunneldiode mit einem Transistor beschrieben worden. Mit dieser Schaltung (Fig. 8) ergibt sich die Möglichkeit der Erzeugung eines negativen Widerstands mit erheblich größerer Aussteuerbarkeit als bei einer Tunneldiode allein. Um einen stabilen Arbeitspunkt im negativen Widerstandsbereich der Tunneldiodenkennlinie einstellen zu können, muß der Transistor so betrieben werden, daß er die Tunneldiode mit einem vergleichsweise kleineren positiven Widerstandswert belastet. Durch geeignete Dimensionierung der Schaltung läßt sich ein stabiler Arbeitspunkt gemäß Fig. 9 erreichen. Damit die Transistor-Kennlinie hierfür steil genug verläuft, muß der Widerstand im Basisstromkreis klein gehalten werden. Bei Erhöhung der Kollektor-Emitter-Spannung wird die Kennlinie $i_C=f(U_{BE})$ für konstantes U'_{BE} steiler. Dadurch bewegt sich der Arbeitspunkt auf der Tunneldiodenkennlinie abwärts, d.h. die den Ausgangswiderstand definierende Funktion $i_C=f(U_G)$ hat eine fallende Tendenz; der Ausgangswiderstand wird negativ. Die Größe des negativen Widerstands läßt sich anhand der Figuren 10 und 11 aus der Funktion $i_C=f(U_G)$ entnehmen, die aus den Schnittpunkten der als Lastkennlinie gezeichneten Tunneldiodencharakteristik und der $i_C=f(U_{CE})$ -Kennlinie des Transistors für verschiedene außen angelegte Spannungen u definiert wird. Der Wert dieses resultierenden negativen Widerstands beträgt:

$$R_{DT} = R_D \frac{R_C}{R_{BE}} .$$

$R_C = \partial U_C / \partial i_C$ setzt sich aus der Parallelschaltung von R_{CE} (Kollektor-Emitter-Widerstand des Transistors)

und äußerem $R_{C\bar{a}}$ zusammen. Ist kein $R_{C\bar{a}}$ vorhanden, so wird $R_C = R_{CE}$. Da R_{CE} meist größer als R_{BE} ist, wird der negative Widerstand dem Betrag nach im allgemeinen größer als der der Tunnelodiode.

Auf Grund zu großer negativer Widerstände der verwendeten Tunnelioden (Stabilitätsschwierigkeiten bei sehr kleinen Werten) und dem Fehlen speziell geeigneter Transistoren (große Änderungen der $i_E = f(U_{BE})$ -Kennliniensteilheit bei Änderung von U_{CE}) wurde bisher kein genügend kleiner Wert des resultierenden negativen Ausgangswiderstands erreicht, um die Schaltung für Verzweigungspunkte von 50Ω Kabeln einsetzen zu können.

Die erzielten Resultate mit einem in einen $n=3$ Verzweigungspunkt von 50Ω Kabeln eingebauten negativen Widerstand, der mit einem Fairchild-Verstärker $\mu A702A$ in integrierter Schalttechnik erzeugt wurde, sind in Fig. 12 dargestellt. Der direkten Verzweigung in Fig. 12a entspricht durch den Wellenwiderstandssprung an der Verzweigungsstelle von 2:1 ein Reflexionsfaktor von

$$\rho = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1}{3},$$

wie auf dem Oszillogramm ersichtlich ist.

Bei Hinzuschaltung des negativen Widerstands von $R = -50\Omega$ (Fig. 12b) wird in den ersten ca. 6 nsec nach Eintreffen einer steilen Impulsflanke (in der Versuchsanordnung < 120 ps) der gleiche Wellenwiderstandssprung mit

$$\rho = \frac{1}{3}$$

wirksam, während nach etwa 12 nsec, in denen der Transientvorgang im Verstärker beendet ist, eine einwandfreie Anpassung mit $\rho = 0$ herrscht. Sollten also die maximal 12 nsec langen Reflexionsimpulse, die bei dieser Schaltung während der Anstiegszeit des Verstärkers entstehen können, das Datenkommunikationssystem stören, so braucht man nur dafür zu sorgen, daß die verwendeten Impulse entsprechend abgeschrägte Flanken aufweisen.

6) Übertragungskapazität für ein Ausführungsbeispiel des

=====

ORLOC-Systems

=====

Das den im folgenden angestellten Überlegungen zu Grunde liegende Ausführungsbeispiel des Systems wird durch 2 Bedingungen definiert:

1. Das Breitband-ORLOC-Kabelnetz ist in der Lage, lediglich ein Signalelement einer impulsmodulierten Nachricht zur gleichen Zeit zu übertragen (Reines Zeitmultiplexsystem. Es sind also nicht mehrere frequenzmäßig unterschiedene Kanäle vorgesehen, weder für verschiedene Nachrichtenverbindungen noch für die verschiedenen Elemente eines Zeichens; die Übertragung erfolgt daher serienmäßig bit für bit.).
2. Zur Vereinfachung sei angenommen, daß alle Datenquellen hinsichtlich ihres auszusendenden Datenflusses untereinander gleich sind (Dies ist jedoch keine Bedingung für die Betriebsmöglichkeiten des Systems.).

Die Indizes i_k und l_m sollen zwei Teilnehmerstationen kennzeichnen, die die größtmögliche Leitungsentfernung im Netz voneinander haben. Die Mindestzeit zwischen dem Sendebeginn eines Wortes n in Station i_k und dem Sendebeginn des nächsten Wortes $n+1$ in Station l_m ist durch die Bedingung festgelegt, daß eine weitere Station, die in unmittelbarer Nähe der Station l_m liegt, nicht durch die Überlappung zweier aufeinanderfolgender Worte gestört werden darf (Im Fall der Überlappung zweier Worte ist keine Identifizierungssicherheit der Nachricht mehr gegeben, also auch nicht ihrer Adresse.). Daher errechnet sich diese Mindestzeit aus:

$$t_{Tn, i_k / T_{n+1, l_m}} = d = (a' + a'')b + p + s + s_g = w + p + s + s_g.$$

Dabei bedeuten:

- a' : Gesamtschrittzahl der eigentlichen Nachricht
- a'' : Gesamtschrittzahl der Hilfsinformation (z.B. Adressen)
- b : Dauer eines bit
- w : Wortdauer
- p : maximale Laufzeit für die Signale zwischen den beiden Teilnehmerstationen mit der größten Leitungsentfernung voneinander
- s : Sicherheitszeitintervall zwischen dem Ende des letzten Nachrichtenwortes im ORLOC-Kabelnetz und dem Beginn der Aussendung des nächsten Wortes
- s_g : Synchronisationszeitintervall (kein Signal), das jedem Sendebeginn vorangeht.

Die zeitliche Organisation der Aussendezeitpunkte für die verschiedenen Teilnehmer ließe sich z.B. durch ein Taktsignal erreichen, wenn die Möglichkeit geschaffen werden kann, alle Teilnehmerstationen zu gleichen Zeitpunkten

mit dem Taktsignal zu versorgen, d.h. ohne individuelle Zeitverschiebungen durch unterschiedliche Laufzeiten. Dies könnte z.B. durch zusätzliche individuell eingestellte Laufzeitglieder bei jeder Teilnehmerstation erreicht werden, mittels derer alle Laufzeiten zwischen dem Taktgeber und den verschiedenen Stationen gleichgroß gemacht werden. Jedoch kann dasselbe Kabelnetzwerk nicht zur Verteilung der Taktimpulse verwendet werden, weil dann bei maximaler Ausnutzung des Netzes für die Nachrichtenübermittlung Überlappungen zwischen Taktimpulsen (bzw. Taktworten für die Verkehrsorganisation) und Nachrichtenworten auftreten würden. Es wäre z.B. möglich, die Taktimpulse von einem bereits vorhandenen Normalfrequenznetz abzuleiten. Man könnte auch daran denken, für die Verteilung der Taktimpulse ein relativ schmales Frequenzband im ORLOC-System zu reservieren, hinsichtlich der Taktimpulse (bzw. Taktworte) in diesem Beispiel also doch ein Frequenzmultiplexverfahren anzuwenden.

Wenn ein System vollständig von Taktworten für die Verkehrsorganisation gesteuert werden soll, die ohne Benutzung von separaten Frequenzkanälen über dasselbe Kabelnetz gesendet werden, so muß bei der Bemessung des Mindestabstands zwischen dem Beginn zweier Taktwortaussendungen (d_0) auch die Laufzeit des Taktwortes (p_0) berücksichtigt werden. Es ist

$$\frac{p}{2} \leq p_0 \leq p .$$

Das Minimum

$$p_0 = \frac{p}{2}$$

wird erreicht, wenn der Taktgeber in der Leitungsmitte zwischen den beiden am weitesten voneinander entfernten Teilnehmerstationen des Netzes angeschlossen wird. Weil die Ausgestaltung des Netzes jedoch flexibel bleiben soll, müssen Sicherheitszuschläge für p_0 in die Berechnung einbezogen werden. Im optimalen Fall

$$p_0 = \frac{p}{2}$$

kann der zeitliche Abstand zwischen dem Aussendebeginn eines Taktwortes und dem des folgenden Nachrichtenwortes durch Benutzung von lediglich p_0 anstatt p berechnet werden. In diesem Fall tritt also kein zusätzlicher Zeitverlust durch die Laufzeit des Taktwortes auf. Abgesehen von der Dauer des Taktwortes selbst und derjenigen eines zusätzlichen Sicherheitsabstands s wird also die Übertragungskapazität des Gesamtsystems durch die Einführung von Taktworten zur Verkehrsorganisation vor jeder Aussendung eines Nachrichtenwortes nicht vermindert. Das Synchronisationszeitintervall braucht hierbei nur noch dem Taktwort voranzugehen, nicht dem Nachrichtenwort. Bei Reser-

vierung eines speziellen Symbols für den Taktwortbeginn könnte s_g unter Umständen ganz fortfallen.

Der Zeitabstand d_0 zwischen dem Aussendebeginn zweier Taktworte kann im vorliegenden Beispielfall wie folgt berechnet werden:

$$(2) \quad d_0 = w + w_0 + 2p_0 + 2s + s_g.$$

Dabei ist w_0 die Dauer eines vollständigen Taktwortes. Im Vergleich zu d aus Gleichung (1) ist also ersichtlich, daß nur eine Vergrößerung der Zeit um $w_0 + s$ erfolgt ist, da natürlich der Abstand d_0 in diesem Fall wegen des regelmäßigen Abwechselns von Takt- und Nachrichtenworten auch gleich d sein muß.

6.1) Numerisches Beispiel

Es wurden gewählt:

Größte Längenausdehnung des Leitungsnetzes zwischen zwei Teilnehmerstationen: 2 km;

$$a' = 72; a'' = 24; b = \frac{1}{3} \mu s, \text{ also } w = 32 \mu s;$$

$$w_0 = 8 \mu s \text{ (mit } a_0 = 24 \text{ bit pro Taktwort);}$$

$$p = 10 \mu s; p_0 = 5 \mu s;$$

$$s = 2 \mu s; s_g = 6 \mu s.$$

Damit wird der Zeitabstand zwischen dem Aussendebeginn zweier Taktworte bzw. zweier Nachrichtenworte

$$d_0 = d = 32 + 8 + 10 + 4 + 6 = 60 \mu s.$$

Die Takt- bzw. Nachrichtenwortfrequenz wird damit

$$f_0 = f = \frac{1}{d_0} = 1,66 \cdot 10^4 \text{ Worte pro Sekunde.}$$

Wenn also in diesem Beispielfall $e=100$ Teilnehmerstationen mit gleichem Datenfluß an das Netz angeschlossen werden, so kann jede Teilnehmerstation einen effektiven (nur wirkliche Nachrichtensignalelemente a' enthaltenden) Datenfluß von

$$(3) \quad F = f_0 \cdot \frac{1}{e} \cdot a' = 1,66 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{100} \cdot 72 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ bits/s (Bauds)}$$

"gleichzeitig" über das ORLOC-System senden. Dies entspricht bei 8 bit pro Zeichen $1,5 \cdot 10^3$ Zeichen pro Sekunde und bei 9 bit pro Zeichen $1,33 \cdot 10^3$ Zeichen pro Sekunde. Die Teilnehmerstation muß in diesem Fall einen Pufferspeicher für 72 bit (für 9 bzw. 8 Zeichen) enthalten, falls die volle Übertragungskapazität genutzt werden soll. Bei statistischer Anliefe-

zung der Daten muß der Pufferspeicher um ein Vielfaches von 72 bit vergrößert werden. Die 72 bit werden im berechneten Beispiel alle $d_0.e=6ms$ während eines Zeitraums von $a'.b=24 us$ aus dem Pufferspeicher abgerufen.

Wenn einige Teilnehmerstationen Bedarf an einem größeren Datenfluß haben, so kann man, wie bereits erwähnt, diesen Teilnehmern mehrere Adressen zuordnen, wodurch sich für sie der maximal mögliche Fluß aus der Multiplikation von F aus Gleichung (3) mit der Zahl der Adressen ergibt.

Der totale effektive Datenfluß (nur wirkliche Nachrichtensignalelemente), der vom ORLOC-System bewältigt werden kann, ist bei Benutzung aller vorhandenen Adressen

(4)

$$F_s = a' \cdot f_0$$

Dies ergibt im gewählten Beispielfall

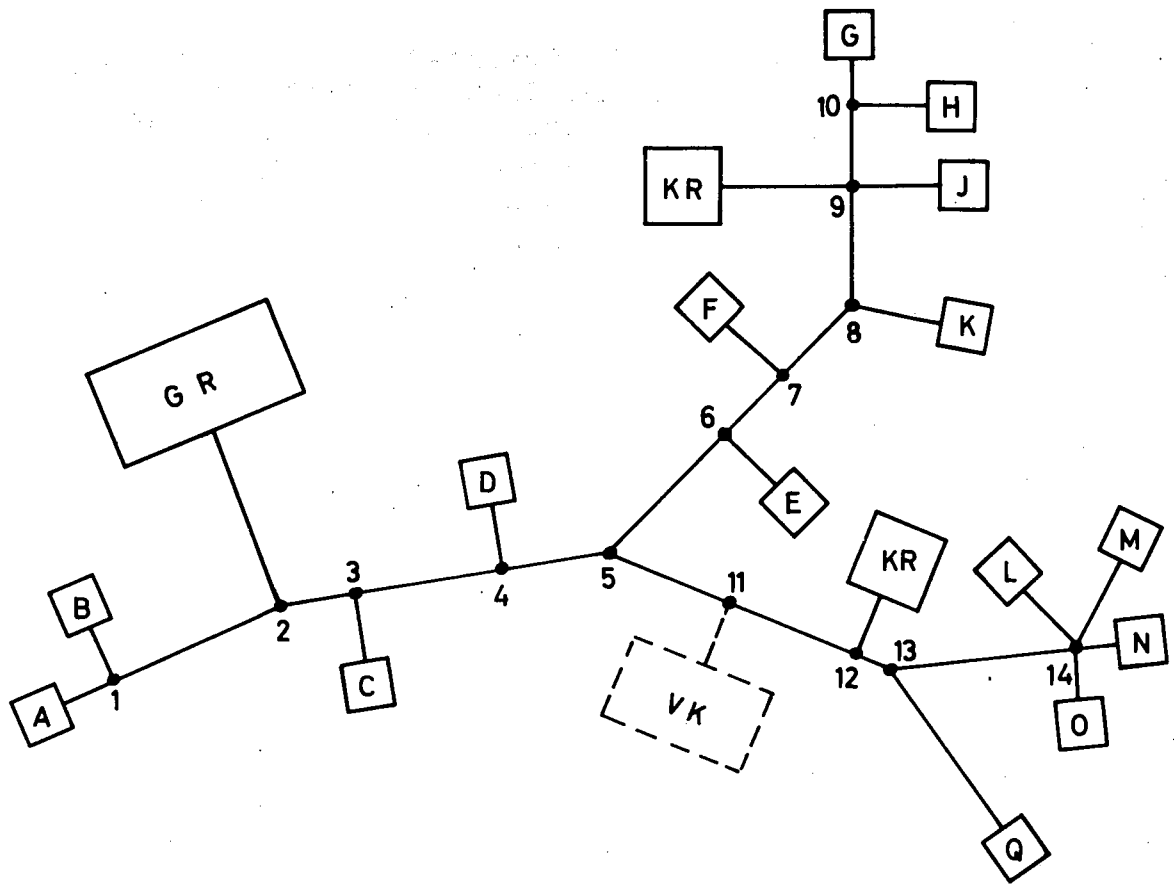
$$F_s = 1,2 \cdot 10^6 \text{ bits/s (Bauds).}$$

Es liegt auf der Hand, daß dieses Beispiel wegen der besseren Übersichtlichkeit nur einen gegenüber wirklichen Anforderungen stark schematisierten Fall behandelt.

Für eine maximale Ausnutzung der Übertragungskapazität des Kabelnetzwerks bei wechselnder Daten-Verkehrslage ist daran gedacht, einen Rechner als Verkehrsflußorganisator mit dem System zu verbinden. In diesem Fall könnte z.B. erreicht werden, daß die Aufrufzeiten der verschiedenen Teilnehmer-Adressen sich automatisch den individuell abzusetzenden Datenflüssen anpassen. Die Flexibilität des Gesamtsystems ließe sich durch eine solche Rechner-Steuerung erheblich steigern.

L I T E R A T U R
=====

- (1) B. SAGNELL: A Distributed Multi-Channel
Communications System for
Flexible remote control and
telemetry
CERN 64-21
Proton Synchrotron Machine
Division - 17. April 1964
- (2) B. SAGNELL: A Distributed Carrier Multi-
plex System for flexible remote
control and telemetry
CERN 65-28
Proton Synchrotron Machine
Division - 1. September 1965
- (3) : Système de Transcription de
données numériques
Département d'Electronique
Générale
Service d'Electronique
Industrielle
DEG/EI/66/-R-1948-PG/CHD
Saclay, le 2 mai 1966
- (4) : Deutsche Patentanmeldung,
Erfinder: W. Becker
12.9.1966
EURATOM-Referenz: I/912 GF
- (5) E. KLEIN : Schaltung mit Tunnelodiode und
E. BUDER Transistor
NTZ, Heft 7, 1962
Mitteilung aus dem Forschungs-
laboratorium der Siemens-Schuk-
kertwerke AG, Erlangen
-



- A, B, ... Teilnehmerstationen
 (Empfänger und/oder Sender für Daten)
- 1, 2, ... Verzweigungspunkte des gemeinsamen Kabels
- G R Grossrechner
 K R Kleinrechner
 V K Verkehrsordner

Fig.1 Beispiel eines Leitungsplanes für ein generelles Datenkommunikationssystem unter Verwendung eines einzigen verzweigten Kabels

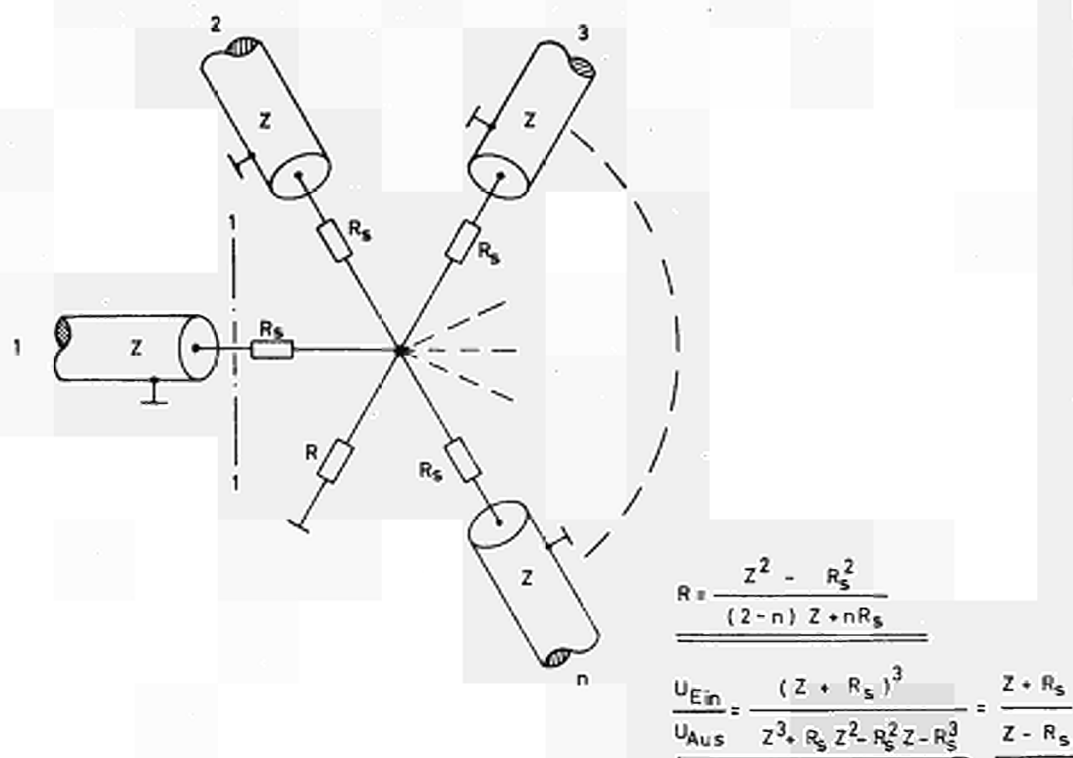
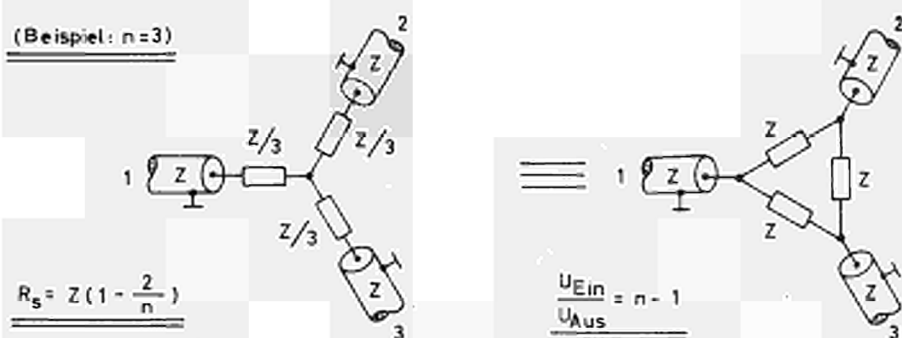
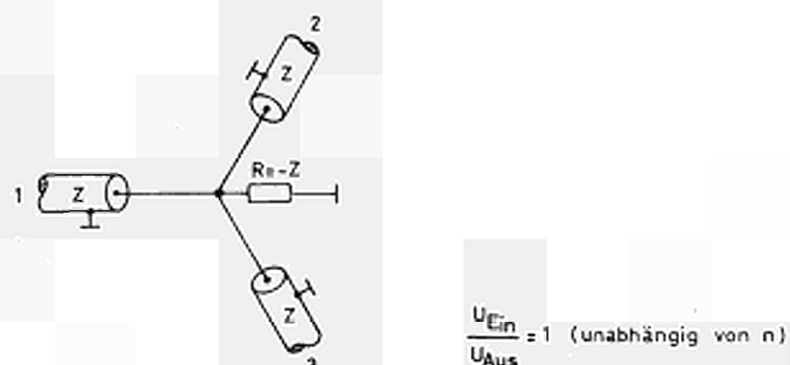


Fig. 2: Allgemeine Darstellung der zentralsymmetrischen, reflexionsfreien Kabelverzweigung.

(Beispiel: $n=3$)Fig. 3: 1. Sonderfall: $R = \infty$, Amplitudendämpfung 2:1 (ca. 6 dB). Rechts: Äquivalenz in Dreieckschaltung.(Beispiel: $n=3$)Fig. 4: 2. Sonderfall: $R_s = 0$, $R = \frac{Z}{2-n}$, Amplitudendämpfung 1:1 (0 dB).

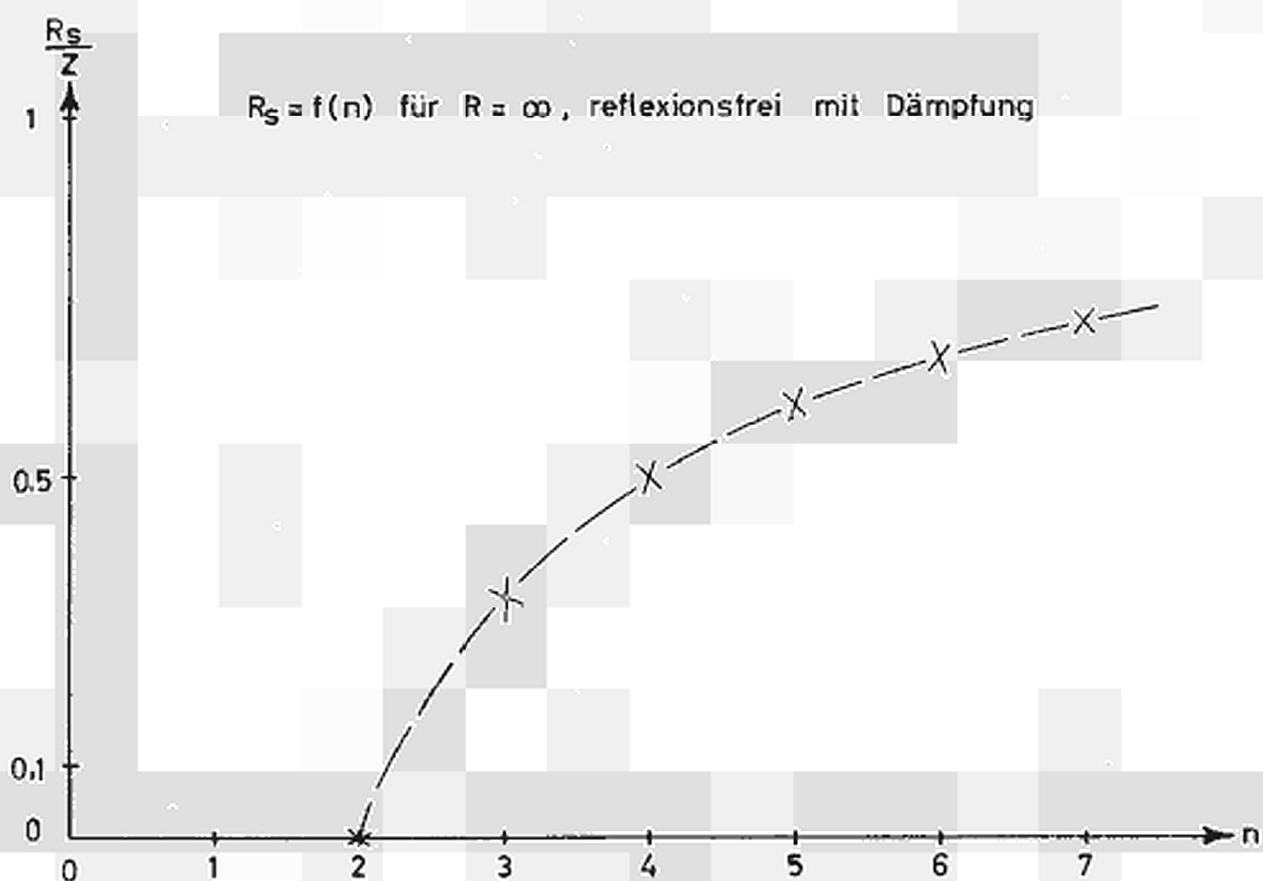


Fig.5

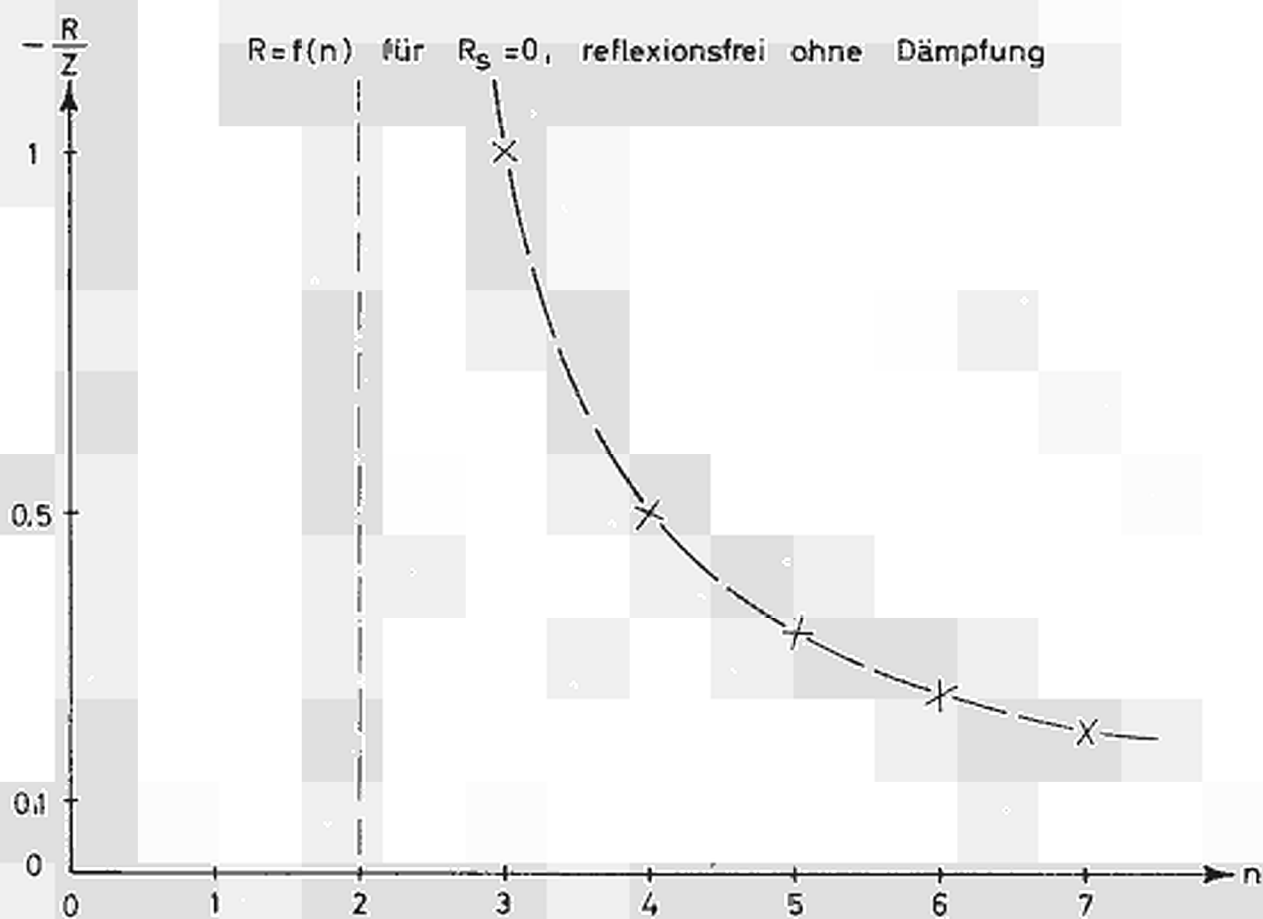
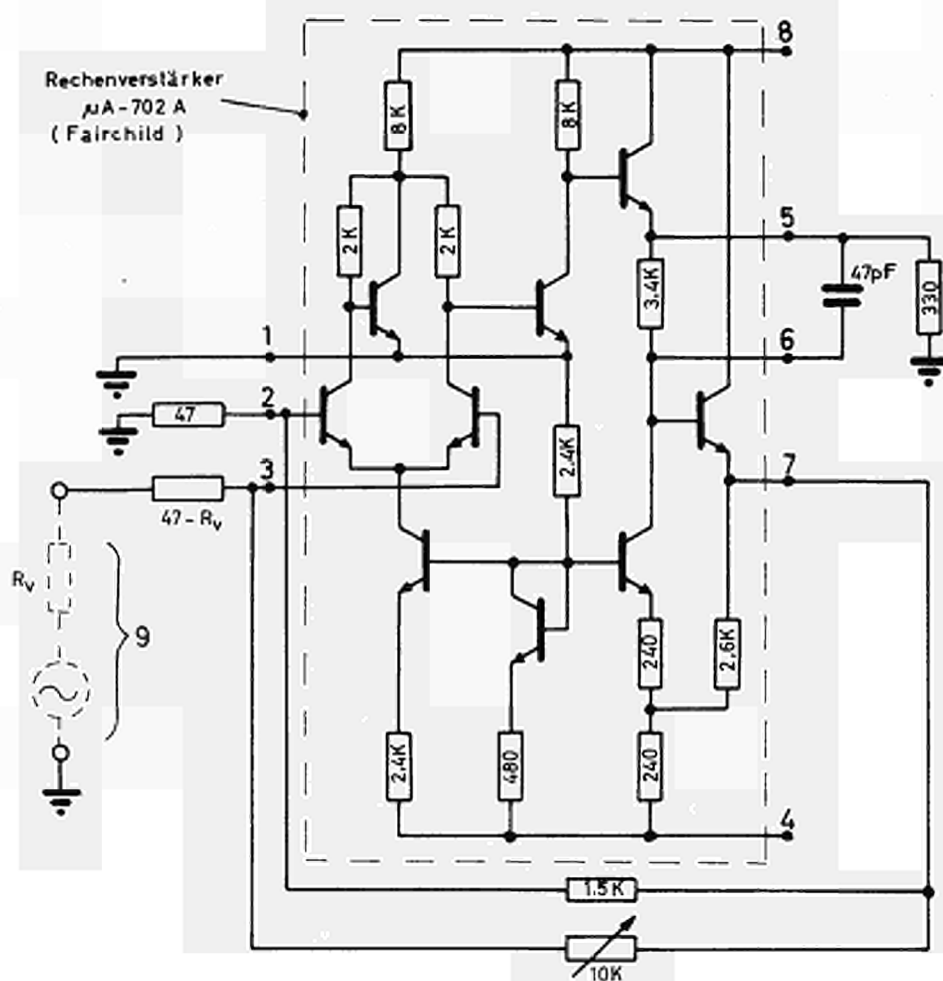


Fig.6

NEGATIVER WIDERSTAND MIT RÜCKGEKOPPELTEM VERSTÄRKER
(für $R_V \leq 47 \Omega$)



- 1 Masse
 - 2 Invertierender Eingang
 - 3 Nicht-invertierender Eingang
 - 4 Speisespannung V^-
 - 5 „Lead“
 - 6 „Lag“
 - 7 Ausgang
 - 8 Speisespannung V^+
 - 9 Verzweigungspunkt des Datenübertragungssystems
- } Externe Frequenzkompensation

Fig.7

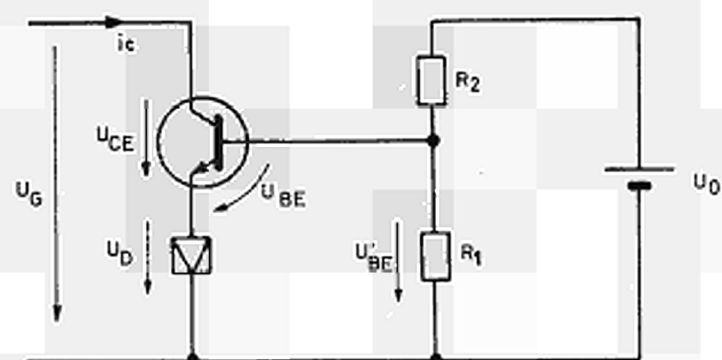


Fig.8 Negativer Widerstand mit Tunneldiode und Transistor.

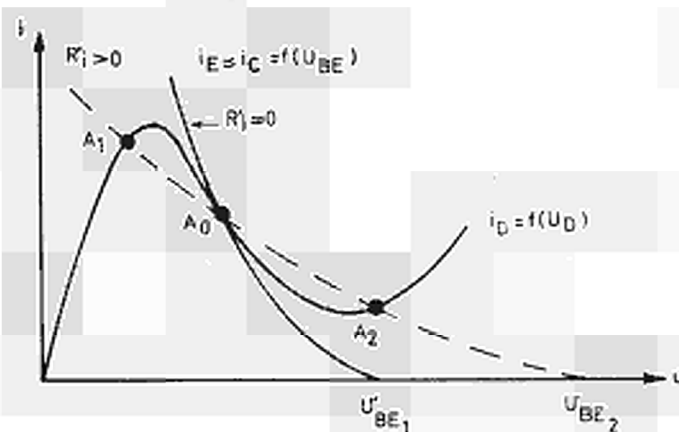


Fig.9 Tunnelkennlinie - und Lastkennlinie (Transistor).

$$R_i' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad U'_{BE} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_0$$

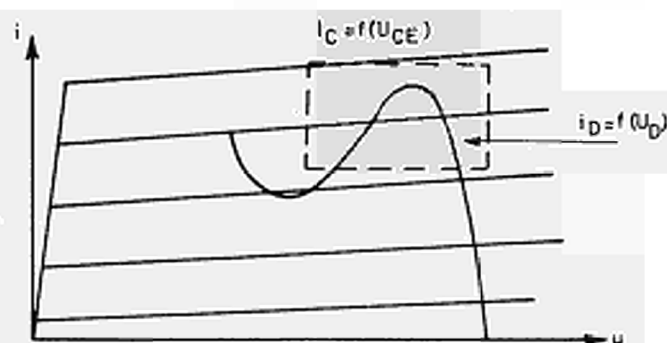


Fig.10 Transistor - und Lastkennlinie (Tunneldiode).

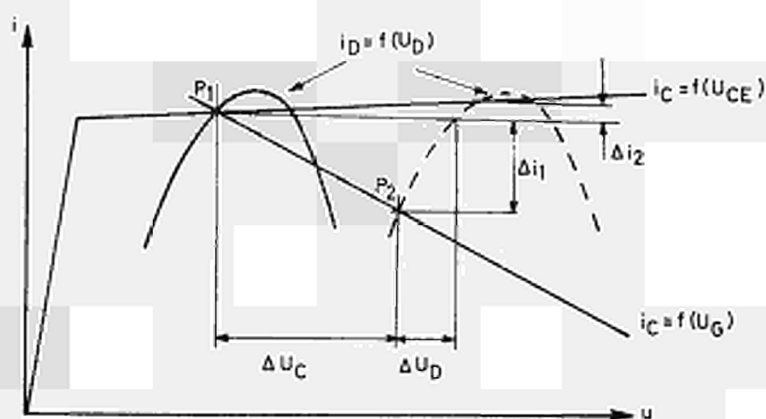
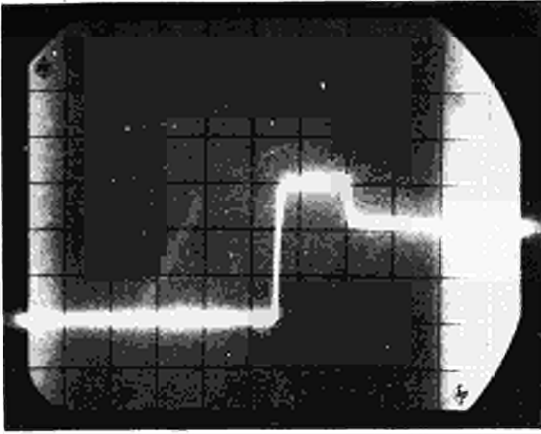
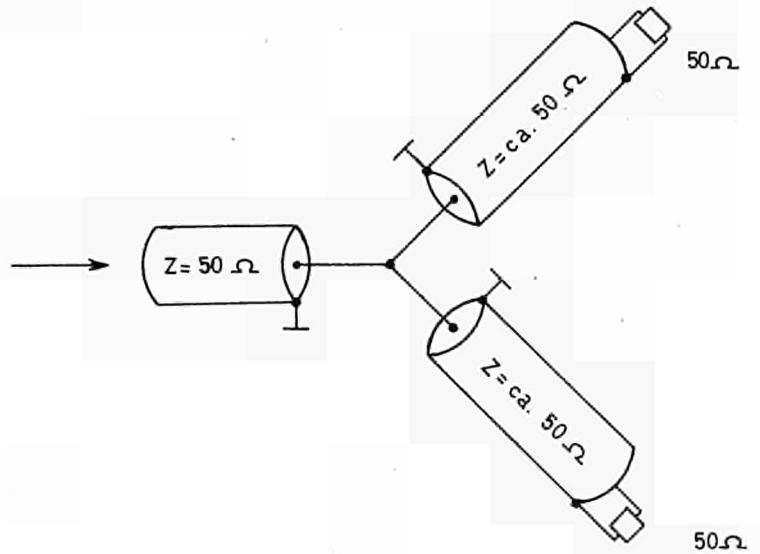


Fig.11 Resultierender negativer Widerstand.

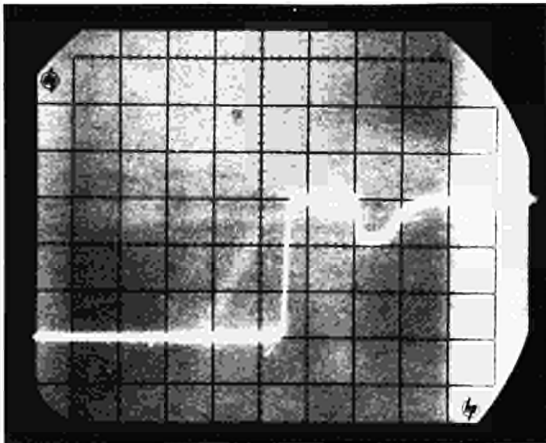
$$R_{DT} = R_D \frac{R_C}{R_{BE}}$$



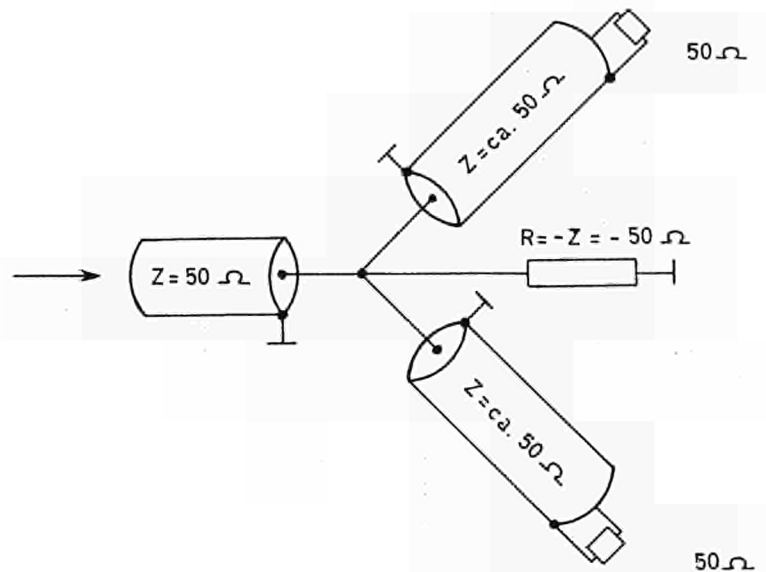
1cm $\hat{=}$ 10 ns



a) Verzweigung mit $n=3$ Kabeln unkorrigiert; $\rho = \frac{1}{3}$.



1cm $\hat{=}$ 10 ns



b) Gleiche Verzweigung mit $n=3$ Kabeln wie in a)

jedoch korrigiert durch $R = \frac{Z}{2-n} = -Z$; $\rho = 0$.

($-Z$ wird mittels Fairchild $\mu A702A$ erzeugt)

Fig. 12 Reflexions – Oszillogramme des Verzweigungspunktes mit $n=3$ gleichen Kabeln gemessen mittels H.P. Time Domain Reflectometer 1415A.

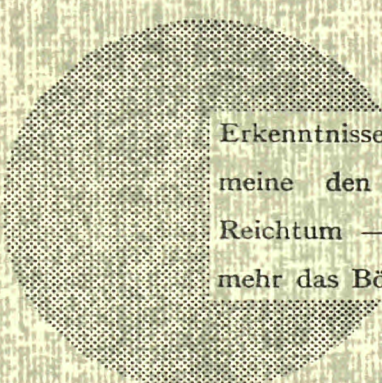
AN UNSERE LESER

Alle Euratom-Berichte werden nach Erscheinen in der von der Zentralstelle für Information und Dokumentation (CID) herausgegebenen Monatszeitschrift **EURATOM INFORMATION** angezeigt. Abonnements (1 Jahr : DM 60) und Probehefte sind erhältlich bei :

Handelsblatt GmbH
"Euratom Information"
Postfach 1102
D-4 Düsseldorf (Deutschland)

oder

Office central de vente des publications
des Communautés européennes
2, Place de Metz
Luxembourg



Erkenntnisse verbreiten ist soviel wie Wohlstand verbreiten — ich meine den allgemeinen Wohlstand, nicht den individuellen Reichtum — denn mit dem Wohlstand verschwindet mehr und mehr das Böse, das uns aus dunkler Zeit vererbt ist.

Alfred Nobel

VERTRIEBSSTELLEN

Alle Euratom-Berichte sind bei folgenden Stellen zu den auf der ersten Rückseite des Umschlags angegebenen Preisen erhältlich (bei schriftlicher Bestellung bitte die EUR-Nummer und den Titel, die beide auf der ersten Umschlagsseite jedes Bericht stehen, deutlich angeben).

OFFICE CENTRAL DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

2, place de Metz, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE
40-42, rue de Louvain - Bruxelles
BELGISCH STAATSBAD
Leuvenseweg 40-42, - Brussel

LUXEMBOURG

OFFICE CENTRAL DE VENTE
DES PUBLICATIONS DES
COMMUNAUTES EUROPEENNES
9, rue Goethe - Luxembourg

DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER
Postfach - Köln 1

NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE
DES PUBLICATIONS DES
COMMUNAUTES EUROPEENNES
26, rue Desaix - Paris 15^e

ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

UNITED KINGDOM

H. M. STATIONERY OFFICE
P. O. Box 569 - London S.E.1

EURATOM — C.I.D.
51-53, rue Belliard
Bruxelles (Belgique)

CDNA03470DEC