

La transmission de données à haute vitesse = Die schnelle Datenübertragung

Autor(en): **Jaquier, Jean-Jacques**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **48 (1970)**

Heft 8

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-876067>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

La transmission de données à haute vitesse

Die schnelle Datenübertragung

Jean-Jacques JAQUIER et Hans Peter LUTZ, Berne

681.327.8

Zusammenfassung. Dieser Artikel ist der erste einer Folge, welche die Probleme der schnellen Datenübertragung auf den Fernmeldenetzen der PTT zum Gegenstand hat. Er begründet unter anderem den Bedarf an schnellen Übertragungskanälen. Das Thema wird vorerst vom Gesichtspunkt der Datenverarbeitung her behandelt, ohne von vornherein die tatsächlichen Möglichkeiten der heutigen Fernmeldenetze zu berücksichtigen. Die Analyse der Eigenschaften gebräuchlicher Randausrüstungen ergibt, dass viele mit höheren Bitfolgefrequenzen arbeiten. Im weiteren werden einige Anwendungen beschrieben, die schnelle Datenübertragungskanäle erfordern.

Résumé. L'article est le premier d'une série traitant des problèmes de la transmission de données à haute vitesse sur les réseaux de télécommunications des PTT. Il est consacré à la motivation des besoins en hauts débits binaires de transmission. Le sujet est abordé tout d'abord du strict point de vue du traitement de données, sans tenir compte à priori des possibilités effectives des réseaux actuels de télécommunication. L'étude des caractéristiques des équipements périphériques usuels montre que la plupart d'entre eux ont des débits binaires très élevés. Quelques cas d'application sont ensuite décrits, pour lesquels des canaux de transmission de données à haute vitesse sont nécessaires.

La trasmissione di dati ad alta velocità

Riassunto. L'articolo è il primo di una serie che tratta i problemi della trasmissione di dati ad alta velocità sulle reti di telecomunicazione delle PTT, giustificando, tra altro, la necessità di canali che assicurano una trasmissione ad alta velocità. Il tema è dapprima illustrato dal punto di vista dell'elaborazione di dati senza tener conto delle possibilità reali offerte dalle odierne reti di telecomunicazione. Dall'analisi delle caratteristiche degli equipaggiamenti terminali usuali risulta che molti di essi lavorano con frequenze di bit più alte. Inoltre si descrivono alcune applicazioni che richiedono canali di trasmissione di dati ad alta velocità.

1. Introduction

L'étude attentive des besoins actuels des usagers de systèmes de transmission de données laisse apparaître deux tendances au sujet des rapidités de transmission qui sont souhaitées. D'une part, on assiste à une très forte expansion des systèmes utilisant des terminaux à basse vitesse, c'est-à-dire dotés de débits d'information de 50 à 300 bit/s. D'autre part, le nombre de clients qui émettent le vœu de pouvoir disposer de canaux de transmission à grande ou très grande vitesse d'information augmente également.

La première tendance est liée au perfectionnement des méthodes et techniques de traitement de données qui facilitent l'établissement de contacts directs entre l'homme et l'ordinateur. Les systèmes dits «de conversation» sont l'expression de ces nouvelles relations entre les utilisateurs et les machines de traitement. Les techniques utilisant le temps partagé («time sharing») augmentent en outre considérablement le rendement de tels systèmes en permettant l'accès direct simultané de nombreux usagers au même ordinateur. Le débit d'information qui est accepté ou fourni par les terminaux utilisés dans un système de conversation est limité de façon naturelle par les possibilités d'assimilation et de réflexion ainsi que par l'habileté manuelle de l'individu en contact avec l'ordinateur. L'information fournie à ce dernier l'est généralement par l'intermédiaire d'un clavier. L'expérience montre que pour un opérateur entraîné, la limite supérieure de rapidité de manipulation correspond à un débit d'information de 200 à 300 bit/s. Un débit analogue suffit dans la plupart des cas pour la réception des données venant de l'ordinateur si leur contenu doit être compris, évalué ou assimilé de façon approfondie pour pouvoir poursuivre la «conversation». Les terminaux lents, et les

1. Einleitung

Ein gründliches Studium der aktuellen Bedürfnisse der Benutzer von Datenübertragungssystemen lässt hinsichtlich der gewünschten Übertragungsgeschwindigkeiten zweierlei Tendenzen erkennen. Einerseits besteht eine sehr grosse Wachstumsrate bei jenen Systemen, die langsame Endgeräte mit 50..300 bit/s verwenden, andererseits nimmt auch die Zahl der Kunden zu, die über schnelle oder sehr schnelle Datenübertragungskanäle verfügen möchten.

Die erste Tendenz ist sehr eng verbunden mit der Vervollkommnung der Methoden und Techniken der Datenverarbeitung, welche die Herstellung direkter Kontakte zwischen Mensch und Computer erleichtern. Die sogenannten «Konversationsysteme» sind Ausdruck dieser neuen Beziehungen zwischen Datenverarbeitungsanlagen und ihren Anwendern. Die Technik der Zeitteilung («time sharing») erhöht ausserdem die Leistungsfähigkeit solcher Systeme beträchtlich, indem sie den gleichzeitigen, direkten Zugriff vieler Benutzer zum selben Computer ermöglicht. Der von den in einem Konversationssystem eingesetzten Randeinheiten aufgenommene oder abgegebene Informationsfluss ist natürlich durch die Aufnahme- und Reaktionsfähigkeit sowie die Geschicklichkeit des bedienenden Operators begrenzt. Die Informationseingabe in den Computer geschieht meistens mit einer Tastatur. Die Erfahrung hat gezeigt, dass für einen geübten Operator die obere Grenze der Fingerfertigkeit einem Informationsfluss von 200..300 bit/s entspricht. Ein solcher genügt in den meisten Fällen auch für die Aufnahme der vom Computer abgegebenen Daten, falls deren Inhalt verstanden, abgeschätzt oder aufgenommen werden muss, so dass eine «Konversation» wirklich möglich ist. Die langsamen Randeinheiten, und die ihnen entsprechenden Übertragungsgeschwindigkeiten,

vitesse de transmission de données qui leur correspondent, sont donc bien adaptés au dialogue entre l'homme et la machine. Vu sur un autre plan, on peut constater que le cercle des utilisateurs possibles du traitement électronique de l'information s'élargit considérablement. On assistera certainement à une vulgarisation, dans le bon sens du terme, des moyens de traitement de données dans le courant des prochaines années. Or le prix des terminaux joue un rôle primordial sur le montant du capital nécessaire pour devenir utilisateur d'un centre de traitement de données en temps partagé, et ce prix croît fortement lorsque le débit d'information est élevé. Les arguments énoncés ici laissent donc supposer que le développement des applications faisant usage de terminaux à basse vitesse se poursuivra à l'avenir et que le nombre des stations de transmission de données lentes augmentera encore fortement.

C'est à la deuxième tendance, c'est-à-dire à celle visant à utiliser des systèmes de transmission à grande vitesse, que nous allons consacrer notre attention dans la présente série d'articles. Notre approche du problème se fera en deux étapes principales. Nous chercherons tout d'abord à délimiter dans quels cas ou pour quels types d'applications il est souhaitable ou même indispensable de disposer de systèmes de transmission de données à grande vitesse. Nous examinerons ensuite quelles sont dans ce sens les possibilités actuelles et les perspectives à venir des réseaux de télécommunications des PTT. C'est ainsi que successivement nous décrirons, sans pouvoir aller jusqu'aux détails, les applications de pointe actuelles ou les solutions futures possibles. Nous envisagerons le problème des transmissions à haute vitesse sur trois media différents: premièrement sur les voies téléphoniques normales (réseau commuté et lignes louées), deuxièmement sur les circuits à large bande (en particulier les groupes primaires des systèmes à courants porteurs) et enfin sur les systèmes de modulation à codage par impulsions (appelés également systèmes MCI ou PCM) qui constituent probablement une des solutions les plus prometteuses à longue échéance.

2. Equipements de traitement de données et débit d'information

Il existe dans tout système d'ordinateurs, par sa nature même, un transfert d'informations, ou si l'on veut une transmission de données, entre ses différents éléments. Ce transfert d'informations a lieu le plus souvent uniquement à l'intérieur du seul local où se trouvent réunis les appareils, et cela à l'aide de connexions fixes spéciales. Il n'utilise pas de réseau de télécommunication au sens où nous l'entendons ici. Les informations sont échangées entre l'unité centrale, qui est l'organe proprement dit de traitement, et les unités dites périphériques. Ces dernières consistent en

sont demnach auf den Dialog zwischen Mensch und Maschine abgestimmt.

Aus anderer Warte betrachtet kann man feststellen, dass der Kreis der möglichen Anwender der elektronischen Informationsverarbeitung sich stetig vergrößert. Man wird sicherlich im Laufe der nächsten Jahre von einer sehr weitgehenden Verbreitung der Datenverarbeitungsmittel sprechen können. Der Preis der Randeinheiten spielt nun jedoch eine grundlegende Rolle für den erforderlichen Kapitalbedarf, um Mitbenützer eines Time-Sharing-Datenverarbeitungszentrums zu werden, und dieser Preis steigt zudem beträchtlich bei höherem Informationsfluss. Die hier angeführten Argumente lassen deshalb für die nächste Zukunft eine Entwicklung vorab der Anwendungen langsamer Randeinheiten sowie eine starke Zunahme langsamer Datenübertragungsanlagen erkennen.

Das Hauptaugenmerk wird sich in dieser Artikelserie vorwiegend auf die zweite Tendenz richten, welche die Anwendung schneller Übertragungssysteme zum Ziele hat. Das Problem wird in zwei Hauptgruppen behandelt. Vorerst werden jene Fälle oder Anwendungsgebiete abgegrenzt, in denen es wünschbar oder gar unumgänglich ist, schnelle Datenübertragungssysteme zur Verfügung zu haben. Anschliessend werden die heutigen und künftigen Möglichkeiten untersucht, die das Fernmeldenetz der PTT für diese Anwendungen bietet. Später sollen, ohne zu weit auf Einzelheiten einzugehen, allgemein die heutigen Hauptanwendungen und die möglichen künftigen Lösungen beschrieben werden. Der Problemkreis der schnellen Datenübertragung wird in drei verschiedenen Gebieten betrachtet werden:

- auf den normalen Telephonleitungen (Wählnetz und gemietete Leitungen),
- auf Breitbandleitungen (insbesondere die Primärgruppen von Trägerfrequenzsystemen) und schliesslich
- auf den Systemen mit Pulsmodulation (PCM), die wahrscheinlich auf lange Sicht die vielversprechendsten Lösungen bieten werden.

2. Datenverarbeitungsgeräte und Informationsfluss

In jedem Computersystem besteht notwendigerweise eine Übertragung von Informationen oder von Daten zwischen den verschiedenen Computereinheiten. Diese Informationsübertragung spielt sich in den meisten Fällen lediglich innerhalb des Raumes ab, in dem diese Anlagen aufgestellt sind, und zwar mit speziellen festen Verbindungen. Sie benötigt kein eigentliches Fernmeldenetz. Informationen werden aber ebenfalls zwischen der Zentraleinheit, die das Verarbeitungszentrum darstellt, und den Randeinheiten ausgetauscht. Diese sind hauptsächlich Vorrichtungen, die Informationen aufnehmen oder abgeben, indem sie entweder die vom Computer stammenden Informationen in eine

particulier en des dispositifs permettant l'entrée ou la sortie des informations, c'est-à-dire convertissant les informations provenant de l'ordinateur en une forme compréhensible pour l'homme, ou traduisant les informations fournies par l'homme en un langage adapté au fonctionnement de la machine. Ils font donc office de jonction (ou d'«interface» pour utiliser le jargon spécialisé) entre l'homme et les équipements électroniques. Une autre catégorie d'appareils est constituée par les mémoires périphériques. Ces mémoires auxiliaires, qui sont généralement pourvues d'une très grande capacité, sont destinées à stocker les informations qui ne peuvent être conservées en permanence dans l'unité centrale. La rapidité de transmission qu'il est possible d'atteindre entre une unité centrale et un de ses périphériques dépend du débit d'information maximum pouvant être atteint par le plus lent des deux éléments. Le débit d'informations est limité uniquement par les caractéristiques techniques des appareils. Les transmissions se faisant en effet sur des distances de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, il n'y a pratiquement pas de limitations dues au médium ou canal de transmission lui-même. Nous allons examiner quels sont les débits d'information généralement atteints par les différents éléments d'une installation de traitement de données.

2.1 Débit binaire des différents éléments d'un ordinateur

Les ordinateurs modernes ont une mémoire centrale généralement constituée par des tores de ferrite. Le temps du cycle d'accès à un mot-mémoire, qui peut contenir une dizaine à une quarantaine de bits, est de l'ordre de la microseconde. Pour certains développements récents utilisant des techniques spéciales, ce temps peut être inférieur à 100 nanosecondes. Le transfert des informations à l'intérieur de l'unité centrale correspond par conséquent à un débit binaire compris entre 1 et 100 Mbit/s. Ces débits considérables sont possibles du fait que les échanges internes d'informations dans l'unité centrale se font uniquement entre éléments électroniques.

Les organes périphériques, par contre, contiennent tous des éléments mécaniques ou électromécaniques. Il en résulte que le débit d'information est plus ou moins limité dans la mesure où les constituants mécaniques de l'appareil sont importants et complexes.

Les appareils périphériques appartiennent à l'une ou l'autre des catégories suivantes:

- a) les appareils d'entrée munis d'un clavier et étant souvent équipés d'une imprimante généralement lente; l'exemple typique de cette catégorie est le téléscripneur
- b) les lecteurs et perforateurs de cartes; la carte perforée est l'un des plus anciens supports d'information du traitement de données et il est probable qu'il restera encore longtemps le plus utilisé

dem Menschen verständliche Form umwandeln oder die von ihm gelieferten Informationen in eine maschinengerechte Sprache übersetzen. Sie spielen so die Rolle der Vermittlungsstelle (oder «interface», um den gebräuchlichen Fachausdruck zu verwenden) zwischen Mensch und elektronischer Ausrüstung. Eine andere Gerätekategorie bilden die Randspeicher. Diese Hilfsspeicher meist sehr grosser Kapazität haben alle jene Daten aufzunehmen und aufzubewahren, die nicht ständig in der Zentraleinheit gespeichert werden können. Die zwischen der Zentraleinheit und einer angeschlossenen Randeinheit erreichbare Übertragungsgeschwindigkeit wird durch den maximalen Informationsfluss des langsameren der beiden Elemente bestimmt. Dieser ist ausschliesslich durch die technischen Eigenschaften der Geräte begrenzt. Da die Übertragung lediglich über Distanzen von einigen Dutzend Metern verläuft, bestehen praktisch keinerlei Einschränkungen seitens des Übertragungskanales. Nachfolgend sei nun untersucht, welche Informationsflüsse im allgemeinen durch die verschiedenen Elemente einer Datenverarbeitungsanlage erreicht werden.

2.1 Bitfolgefrequenzen der verschiedenen Computerelemente

Der Zentralspeicher moderner Rechner ist normalerweise aus Ferritkernen aufgebaut. Die Zykluszeit für den Zugriff zu einem Speicherwort, das ungefähr 10...40 bit umfassen kann, liegt in der Grössenordnung von Mikrosekunden. Für gewisse neuere Entwicklungen mit speziellen Techniken kann diese Zeit auch weniger als 100 Nanosekunden betragen. Die Informationsübertragung in die Zentraleinheit entspricht demnach einer Bitfolgefrequenz von 1...100 Mbit/s. Diese beträchtlichen Werte werden dadurch ermöglicht, dass sich der Informationsaustausch in der Zentraleinheit ausschliesslich zwischen elektronischen Elementen abwickelt.

Die peripheren Anlageteile jedoch enthalten alle mechanische oder elektromechanische Teile. Der Informationsfluss vermindert sich deshalb im Ausmass des Umfangs der mechanischen Apparatebestandteile.

Die Randeinheiten lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

- a) Eingabegeräte mit Tastatur, ausgerüstet mit verhältnismässig langsamen Druckern; typisches Beispiel dafür ist der Fernschreiber
- b) Kartenleser und -stanzer; die Lochkarte ist einer der ältesten Informationsträger der Datenverarbeitung und wird vermutlich noch lange der meistverwendete bleiben
- c) Lochstreifenleser und -stanzer; der Lochstreifen ist ebenfalls ein klassischer Informationsträger
- d) Schnelldrucker; sie sind die gebräuchlichsten Ausgabegeräte

- c) les lecteurs et perforateurs de rubans; le ruban perforé est également un support d'information classique
- d) les imprimantes rapides, qui sont les équipements de sortie des informations les plus utilisés
- e) les unités de bande magnétique; elles constituent la mémoire de masse la plus répandue lorsqu'il s'agit de stocker de très grandes quantités d'information et que la rapidité d'accès ne joue pas de rôle important
- f) les unités de disques magnétiques et les tambours magnétiques; ces périphériques sont utilisés comme mémoires à grande capacité et à accès rapide
- g) les appareils de visualisation («displays»); ces appareils connaissent un grand succès pour les applications des systèmes de conversation où l'on désire obtenir une réponse rapide de l'ordinateur sans exiger de copies imprimées des informations reçues

Le *tableau I* contient les valeurs des débits binaires qui peuvent être obtenus pour les différentes catégories d'appareils périphériques.

Tableau I: Débits binaires des équipements périphériques
Tabelle I: Bitfolgefrequenzen von Randausrüstungen

Type d'appareil Apparatetyp	Débit binaire en bit/s Bitfolgefrequenz in bit/s
Appareils à clavier, téléscripteurs Tastaturgeräte, Fernschreiber	50... 300
Lecteurs de cartes perforées Lochkartenleser	1000...10 000
Perforateurs de cartes Kartenstanzer	600... 2 000
Imprimantes rapides Schnelldrucker	2000...20 000
Unités de bandes magnétiques Magnetbandeinheiten	$40 \cdot 10^3 \dots 2,5 \cdot 10^6$
Unités de disques magnétiques Magnetplatteneinheiten	$1 \cdot 10^6 \dots 10 \cdot 10^6$
Lecteurs de rubans perforés Lochstreifenleser	50...10 000
Perforateurs de ruban Lochstreifenstanzer	50... 1 500
Tambours magnétiques Magnettrommeln	$1 \cdot 10^6 \dots 10 \cdot 10^6$
Appareils de visualisation (displays) alphanumériques et graphiques Alphanumerische und graphische Bildschirmgeräte	2000...50 000

A l'étude de ce tableau, on se rend immédiatement compte que lors de l'échange d'informations entre l'unité centrale d'un calculateur et un équipement périphérique, c'est ce

- e) Magnetbandeinheiten; sie stellen die meistverbreiteten Massenspeicher dar, wo es gilt, sehr grosse Informationsmengen aufzunehmen, und wo die Zugriffszeit keine wesentliche Rolle spielt
- f) Plattenspeicher und Magnettrommeln; diese Randeinheiten werden als Grosskapazitätsspeicher mit kleiner Zugriffszeit eingesetzt
- g) Bildschirmgeräte («Displays»); sie werden erfolgreich in Konversationssystemen verwendet, wo eine rasche Antwort vom Computer erwartet wird, und wo man nicht auf gedruckte Informationen angewiesen ist

Die *Tabelle I* enthält die Werte der von den verschiedenen Kategorien von Randeinheiten erreichbaren Bitfolgefrequenzen.

Beim Studium der *Tabelle I* stellt man sofort fest, dass bei einem Informationsaustausch zwischen der Zentraleinheit eines Rechners und einer Randeinheit stets die letztere die maximal erreichbare Bitfolgefrequenz begrenzt. Einzig die verschiedenen magnetischen Speicher (Band, Platten oder Trommel) erreichen annähernd die der Zentraleinheit eigene Übertragungsgeschwindigkeit. Aus der *Tabelle I* lässt sich zudem ersehen, dass, mit Ausnahme jener unter Kategorie a), alle Randeinheiten mit wesentlich höheren Bitfolgefrequenzen arbeiten können als die normalerweise für die Datenübertragung über Telefonleitungen verwendeten Bitfolgefrequenzen von 200...2400 bit/s. Für viele Typen von Randeinheiten mit Einsatzmöglichkeiten über Telefonleitungen kann demnach eine schlechte Anpassung hinsichtlich ihrer Bitfolgefrequenzen und der des Übertragungskanales bestehen. Daraus ergibt sich, dass diese Randeinheiten nicht mit dem bestmöglichen Wirkungsgrad eingesetzt werden.

Verläuft die Datenübertragung direkt zwischen zwei Rechnern oder zwischen dem Rechner und einer Randeinheit, so wird dessen Leistungsfähigkeit ebenfalls durch das Missverhältnis der Übertragungsgeschwindigkeiten der Zentraleinheit und des Übertragungskanales beeinflusst. Die Auswirkungen sind je nach der technischen Reife des Computers verschieden. Ein wenig perfektionierter Rechner muss nämlich bei jeder Daten-Ein- und -Ausgabe die laufende Verarbeitung unterbrechen. Ist die Übertragungsgeschwindigkeit klein, so füllen diese Operationen einen wesentlichen Anteil an verfügbarer Rechenzeit des Computers aus, der auf diese Weise wenig wirtschaftlich arbeitet. In modernen Rechnern dagegen ist dieser Nachteil durch die Multiprogrammierung überwunden worden. Die eigentlichen Ein- und Ausgabeoperationen werden einem speziellen Rechnerorgan überbunden. Muss das Programm in einem laufenden Rechenprozess die Eingabe weiterer Daten abwarten, so wird es unterbrochen und der Computer fährt mit einem anderen Programm fort. Im Augenblick, da auch dieses zweite Programm eine Ein- oder Ausgabe von Daten

dernier qui limite le débit binaire maximum qu'il est possible d'atteindre. Ce sont les différentes mémoires magnétiques (bandes, disques et tambours) qui s'approchent le plus des rapidités de transfert propres de l'unité centrale. Le tableau permet également de constater que, à l'exception des appareils de la catégorie a), tous les périphériques peuvent fonctionner avec des débits binaires nettement supérieurs à ceux qui sont usuels pour la transmission de données sur voies téléphoniques et qui s'étendent normalement entre 200 et 2400 bit/s. Pour de nombreux types de périphériques utilisant la transmission de données sur voie téléphonique, il peut exister donc une mauvaise adaptation entre le débit binaire possible de l'équipement et celui qui est accepté par le canal de transmission. Il en résulte que le périphérique n'est pas utilisé à son rendement maximum.

Lorsque la transmission de données a lieu directement entre deux ordinateurs ou entre un ordinateur et un équipement périphérique, le rendement du calculateur est également touché par la désadaptation des rapidités de transfert d'information existant entre l'unité centrale et le canal de transmission. Les conséquences sont différentes selon le degré de perfectionnement de l'ordinateur. Un système peu perfectionné doit en effet pour chaque opération d'entrée et de sortie de données interrompre le traitement proprement dit. Si le débit binaire est faible, ce sera un pourcentage relativement important du temps disponible du calculateur qui sera ainsi utilisé de façon peu rentable. Dans les ordinateurs modernes, cet inconvénient a été surmonté en recourant à la multiprogrammation. Les opérations effectives d'entrée et de sortie sont confiées à un élément spécialisé du calculateur. Lorsque celui-ci ne peut momentanément poursuivre un travail donné parce qu'il doit préalablement

fordert, wird es seinerseits unterbrochen, und der Rechner übernimmt wieder das erste Programm (siehe *Figur 1*). Die Leistungsfähigkeit kann auf diese Weise ganz erheblich verbessert werden. Es ist jedoch nicht immer so, dass bei den Programmen die effektive Rechenzeit sowie die Systemzeiten für die Ein- und Ausgabe gleichmässig verteilt sind oder gar nur in derselben Grössenordnung liegen. Ein langsamer Übertragungskanal wird infolgedessen fast immer die Leistungsfähigkeit eines Computers verringern.

3. Anwendungsmöglichkeiten der schnellen Datenübertragung

Welches sind nun die Anwendungen und Verarbeitungssysteme, die schnelle Datenübertragungskanäle erfordern? Diese Systeme können vorerst in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden:

- Systeme mit gruppenweiser Verarbeitung («batch processing») und
- Systeme mit Echtzeitverarbeitung («real time processing»).

3.1 Systeme mit gruppenweiser Verarbeitung

In diesen Systemen sind die zu bearbeitenden Programme in Gruppen aufgeteilt. Sie werden vom Rechner sequentiell, eines nach dem andern, je nach Organisation der Warteschlangen behandelt. Dieses Vorgehen ist vorteilhaft für die Berechnung kommerzieller und administrativer Aufgaben, die oft ein beträchtliches Ein- und Ausgangsvolumen aufweisen und bei denen die zeitliche Verzögerung zwischen Aufnahme der zu verarbeitenden Daten und Abgabe der Resultate keine Rolle spielt. In einem klassi-

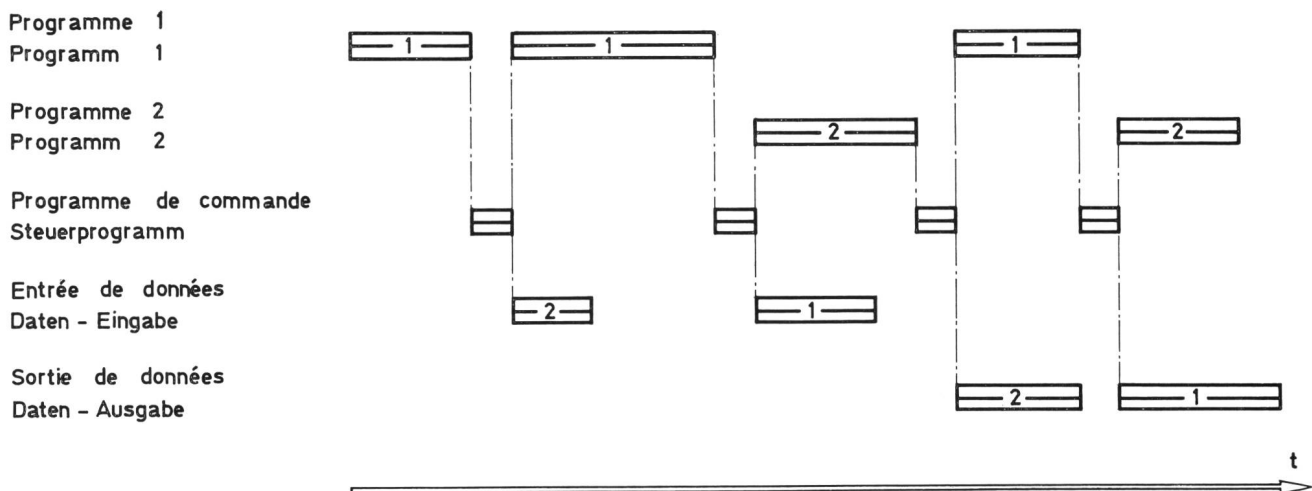


Fig. 1
Exemple schématique de multiprogrammation avec deux programmes - Schematisches Beispiel einer Multiprogrammierung mit zwei Programmen

recevoir des données supplémentaires, il abandonne le programme en cours pour en traiter un autre. Au moment où ce deuxième programme requiert l'entrée ou la sortie de données, il est à son tour interrompu pour permettre les opérations correspondantes, et le premier programme est réactivé (voir *figure 1*). Le rendement du calculateur peut de cette manière être considérablement amélioré. Il n'est toutefois pas toujours possible d'avoir des séries de programmes à traiter où la durée des opérations d'entrée et de sortie et celle du traitement sont uniformément réparties et du même ordre de grandeur. Un canal de transmission lent aura donc généralement pour conséquence de réduire le rendement d'un ordinateur.

3. Les possibilités d'application de la transmission de données à haute vitesse

Quelles sont les applications et systèmes de traitement qui nécessitent des canaux de transmission de données à grande vitesse? Nous pouvons tout d'abord classer les systèmes en deux groupes principaux: les systèmes de traitement par lots («batch processing») et les systèmes de traitement en temps réel («real time processing»).

3.1 Systèmes de traitement par lots

Dans de tels systèmes, les travaux à exécuter sont groupés par lots. Ils sont traités par le système séquentiellement l'un après l'autre selon l'organisation d'une file d'attente. Ce mode de faire convient au traitement de tâches commerciales ou administratives pour lesquelles le volume des données d'entrée et de sortie est souvent important et le temps qui s'écoule entre le rassemblement des données à traiter et la réception des résultats ne joue pas un grand rôle. Dans un centre classique de traitement par lots, unité centrale et unités périphériques sont concentrées au même endroit. Comme, dans la plupart des cas, les sources de données ne se trouvent pas situées au centre même, cette situation nécessite un transport continu des supports d'information par poste ou par courrier. Et, inconvénient peut-être plus important, le personnel préparant les programmes à traiter n'a pas toujours la possibilité de se déplacer pour superviser directement le déroulement des opérations. Si un utilisateur décentralisé mobilise fréquemment une part importante de la puissance de calcul d'un centre de traitement, la création d'une station satellite éliminant les obstacles géographiques peut être intéressante.

3.1.1 Télétraitement entre un centre de calcul et une station satellite

Cette décentralisation devrait autant que possible ne pas diminuer le rendement du système. Ce but peut être atteint à deux conditions: les opérations de transmission de données ne doivent pas provoquer un supplément de travail

schon Rechenzentrum mit gruppenweiser Verarbeitung sind Zentraleinheit und Randeinheiten am selben Ort aufgestellt. In den meisten Fällen befinden sich die Datenquellen nicht im Zentrum selber; dies erfordert einen dauernden Transport von Datenträgern durch Post oder Kurier. Ein unter Umständen schwerwiegender Nachteil besteht darin, dass die Programmierer sich nicht immer selber um den Prozessablauf kümmern können. Wenn ein dezentraler Benutzer häufig einen grossen Teil der Kapazität eines Rechenzentrums beansprucht, dürfte sich die Errichtung einer Zweigstelle bald einmal lohnen.

3.1.1 Fernverarbeitung zwischen einem Rechenzentrum und einer Zweigstelle

Diese Dezentralisation sollte wenn irgend möglich die Leistungsfähigkeit des Systems nicht einschränken. Dieses Ziel kann unter zwei Bedingungen erreicht werden: Die Operationen für die Datenübertragung dürfen keinen wesentlichen Arbeitsmehraufwand für den Computer verursachen, und die Ein- und Ausgabeeinheiten der Zweigstelle müssen für dieselbe Arbeitsgeschwindigkeit ausgelegt sein wie diejenigen der Zentraleinheit. Diese beiden Bedingungen sind nur mit einem schnellen Datenübertragungskanal zu erfüllen. Im Normalfall, das heisst bei Verwendung von Kartenlesern und -stanzern sowie von Schnelldruckern, beträgt die notwendige Bitfolgefrequenz 10 000...20 000 bit/s (siehe *Figur 2*). Falls der Rechner mit Multiprogrammierung ausgerüstet ist, kann er gleichzeitig die Randeinheiten sowohl der Haupt- als auch der Zweigstation steuern. Ist dies nicht der Fall, wird die verfügbare Rechenzeit nach den Bedürfnissen der beiden Stationen aufgeteilt.

Der Mietpreis für die Stromkreise zur Zweigstation spielen natürlich eine sehr wichtige Rolle für deren Wirtschaftlichkeit. Dieser Preis ist proportional zur Länge der Verbindung. Es wird demnach eine Grenzlänge geben, bei deren Überschreitung sich die Anschaffung eines zweiten selbständigen Computers unter Weglassung der Datenübertragung lohnen wird. Diese Grenzlänge hängt teilweise von der erforderlichen Rechenkapazität ab. Benötigt die Zweigstelle nur einen Bruchteil der Rechen- und Speicherkapazität des Zentralcomputers und wickelt sich die Datenübertragung über eine grössere Distanz ab, so wird es vorteilhafter sein, als Hilfsrechner einen solchen kleiner oder mittlerer Leistung einzusetzen. Um eine Übersicht über die Grössenordnung der Mietkosten zu geben, sei kurz folgendes Beispiel erwähnt: Eine Verarbeitungsanlage im Wert von 5 Millionen Franken ist mit einer 200 km entfernten Zweigstelle zusammenzuschliessen. Die auf 5 Jahre berechneten Mietkosten einer Primärgruppe eines Trägerfrequenzsystems würden, für diese Distanz und gemäss den heutigen Tarifen, die Anschaffung eines selbständigen Rechners gestatten, der ungefähr ein Drittel der Zentralanlage kostet.

important pour l'ordinateur, et les organes périphériques d'entrée et de sortie de la station satellite doivent être identiques, donc aussi rapides que ceux installés au centre. Ces deux conditions impliquent l'utilisation d'un canal de transmission de données à grande vitesse. Pour une configuration classique de périphériques, à savoir un lecteur-perforateur de cartes et une imprimante rapide, le débit binaire nécessaire est de l'ordre de 10 000 à 20 000 bit/s (voir *figure 2*). Le calculateur pourra desservir simultanément les périphériques de la station satellite et ceux du centre s'il est équipé pour fonctionner en multiprogrammation. Si ce n'est pas le cas, le temps de calcul sera attribué selon les besoins à la station centrale ou à la station périphérique.

Le prix de location des circuits de transmission joue évidemment un rôle très important sur la rentabilité d'une station satellite. Ce prix est proportionnel à la longueur de la connexion. Il existe donc une distance limite à partir de laquelle l'acquisition d'un second ordinateur se justifie en abandonnant la solution de la transmission de données. Cette distance limite dépend en partie de la puissance de calcul nécessaire. Si la station satellite n'utilise qu'une fraction de la puissance de calcul et de la capacité de mémoire de l'ordinateur central, et si la distance à couvrir avec la transmission de données est grande, il sera plus avantageux d'acheter un ordinateur de faible ou moyenne puissance comme calculateur auxiliaire. Pour donner un aperçu des ordres de grandeur, prenons l'exemple d'un ordinateur d'une valeur de 5 millions de francs relié à une station satellite éloignée de 200 km. Pour cette distance, les frais de location, selon les tarifs actuels et cumulés sur 5 ans, d'un groupe primaire d'un système à courants porteurs permettraient d'acquérir une calculatrice indépendante valant le tiers de l'ordinateur centralisé.

3.1.2 Transmission entre un centre de traitement de grande puissance et un petit calculateur

Il est des cas où l'acquisition d'un ordinateur de faible ou de moyenne puissance pour la station satellite est une solution valable même si la possibilité d'une transmission de données existe. C'est le cas par exemple si une grande partie des travaux à exécuter ne nécessitent pas les ressources complètes d'un ordinateur de grande puissance. Pour ceux-ci, l'acquisition d'un calculateur autonome directement accessible et disponible à plein temps peut présenter des avantages. Afin de traiter les travaux dont l'exécution dépasse la capacité de l'ordinateur décentralisé, il est possible de faire appel à l'assistance du centre de grande puissance en le couplant à ce dernier par un canal de transmission de données. Le transfert des informations se fera directement d'ordinateur à ordinateur. Etant donné le débit binaire très élevé circulant dans les équipements situés aux deux extrémités de la liaison, à savoir les unités centrales

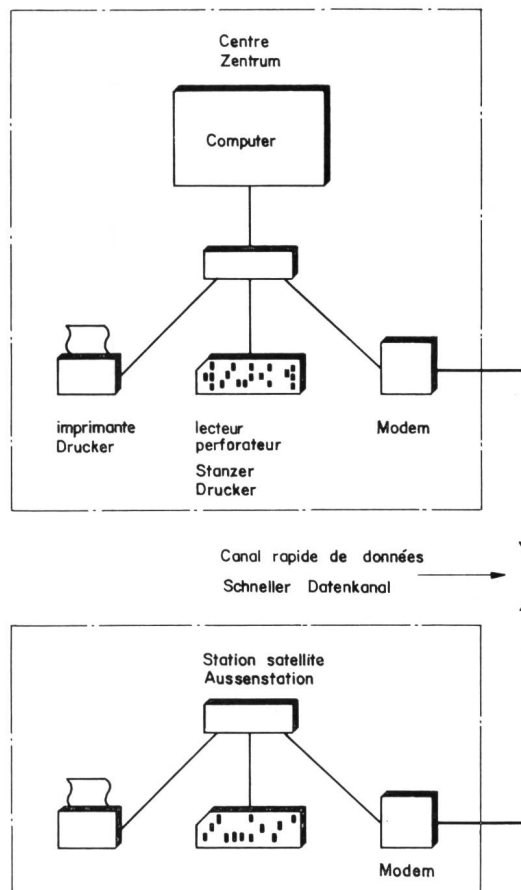


Fig. 2
Centre de traitement avec station satellite
Computerzentrum mit Aussenstation

3.1.2 Übertragung zwischen einem Grossrechenzentrum und einem kleinern Rechner

Für gewisse Fälle stellt der Einsatz kleiner oder mittlerer Computer als Zweigstellen selbst dann eine wirtschaftliche Lösung dar, wenn die Möglichkeit einer Datenübertragung an sich gegeben wäre. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die meisten der zu bearbeitenden Programme nicht sämtliche Möglichkeiten des Grossrechners ausschöpfen. Für diese kleineren Programme wird ein direkt zugänglicher und zeitlich frei verfügbarer autonomer Rechner grössere Vorteile bieten. Zur Lösung von Problemen, welche die Kapazität des dezentralen Computers übersteigen, kann dieser über einen Datenübertragungskanal mit einem Grossrechner verbunden werden. Die Informationsübertragung wickelt sich dann direkt zwischen den beiden Computern ab. Infolge der sehr hohen Bitfolgenfrequenz in den Ausrüstungen beiderseits der Verbindung, das heisst in den Zentraleinheiten selber, ist eine Übertragungsleitung für hohe Geschwindig-

elles-mêmes, il est souhaitable de disposer d'un canal de transmission à grande vitesse, Admettons par exemple qu'un programme nécessite 100 000 mots-mémoire de plus que la capacité du calculateur satellite. Cette capacité supplémentaire correspondant à 1 000 000 bits environ sera fournie par l'ordinateur principal. Si l'on dispose d'un canal à 1200 bit/s, le transfert de cette quantité d'information prendra plus de 15 minutes. Ce temps peut être prohibitif en comparaison du temps de traitement, surtout si les échanges d'informations entre les deux machines sont fréquents et le prolongent encore. Avec un canal de 9600 ou même de 48 000 bit/s, les 15 minutes seront réduites à 120 ou respectivement 25 secondes, ce qui est acceptable.

3.1.3 Transmission entre ordinateurs de même catégorie

La transmission de données à grande vitesse n'est pas seulement intéressante pour coupler un ordinateur de faible puissance à un autre de grande puissance. Elle peut aussi être appliquée pour relier entre eux des centres de même catégorie. Les buts recherchés par la connexion de deux ou même plusieurs calculateurs sont multiples. Nous pouvons citer:

- a) la recherche d'une charge aussi uniforme que possible des différents systèmes; un système momentanément surchargé pouvant confier un travail à un autre moins sollicité
- b) la recherche d'une fiabilité plus élevée de l'ensemble; si certains équipements sont momentanément défectueux dans un centre, les tâches de ce dernier peuvent être reprises par un autre centre (sécurité hardware)
- c) la décentralisation; les collections d'informations («files») peuvent être à disposition dans chaque centre: en cas de destruction involontaire de ces informations, il est possible de continuer l'exploitation sans interruption en recourant à un autre centre (sécurité software)

Pour répondre aux besoins ci-dessus de façon satisfaisante, il est indispensable de disposer d'un canal à grande vitesse. Un débit binaire de 40 à 50 kbit/s peut être estimé comme un minimum pour des liaisons entre des centres de grande puissance. Pour satisfaire entièrement aux exigences, une rapidité de l'ordre de 1 Mbit/s serait souhaitable (voir figure 3).

3.2 Les systèmes de transmission «off-line»

Pour les applications que nous venons de décrire, la liaison est directe entre l'ordinateur et la station terminale de transmission de données. Il n'y a pas de support de données intermédiaire tel que bandes magnétiques ou cartes perforées. Il s'agit dans ce cas d'exploitation dite «en ligne» ou «on-line» suivant la terminologie anglo-saxonne. Lorsque les informations ne sont pas transmises directement à l'ordinateur, mais, par exemple, d'une unité

keiten wünschenswert. Nimmt man als Beispiel an, dass ein Programm 100 000 Speicherworte mehr benötige als die vorhandene Kapazität des Satellitenrechners. Diese zusätzliche Speicherkapazität, die ungefähr 1 000 000 bit entspricht, werde vom Hauptrechner bereitgestellt. Verfügt man über eine Leitung für 1200 bit/s, benötigt man für diese Informationsmenge eine Übertragungszeit von mehr als 15 Minuten. Diese Zeit kann unzulässig lang sein im Vergleich zur Rechenzeit, vor allem bei häufigem Informationsaustausch zwischen den beiden Rechnern, was die genannte Zeitspanne noch weiter verlängert. Mit einer Leitung für 9600 oder gar 48 000 bit/s würden diese 15 Minuten auf 120 beziehungsweise 25 Sekunden reduziert, was durchaus vernünftig und annehmbar erscheint.

3.1.3 Übertragung zwischen Rechnern gleicher Kategorie

Die schnelle Datenübertragung bringt nicht nur beim Anschluss eines Kleinrechners an einen Grossrechner interessante Möglichkeiten; sie kann ebenfalls zur Verbindung zweier gleichartiger Rechenanlagen vorteilhaft eingesetzt werden. Die durch die Verbindung zweier oder gar mehrerer Computer angestrebten Ziele sind vielfältig. Hier seien einige davon aufgeführt:

- a) der Wunsch nach einer möglichst gleichmässigen Aufgabenverteilung auf mehrere Systeme; eine vorübergehend überlastete Anlage soll Aufgaben an eine weniger beanspruchte abgeben können
- b) der Wunsch nach einer erhöhten Systemzuverlässigkeit; bei Ausfall einiger Anlageteile in einem Zentrum sollen dessen Aufgaben von einem andern übernommen werden können (Hardware-Sicherheit)
- c) die Dezentralisation; die Datensätze («files») sind in jedem Rechenzentrum verfügbar; im Falle versehentlicher Zerstörung dieser Informationen in einem Zentrum besteht die Rückgriffsmöglichkeit zu einem anderen, wodurch der Prozessablauf gesichert ist (Software-Sicherheit)

Um den vorerwähnten Bedürfnissen genügen zu können, ist ein schneller Übertragungskanal unumgänglich. Dabei ist eine Bitfolgefrequenz von 40...50 kbit/s für Verbindungen zwischen grossen Zentren als untere Grenze anzusehen, wobei zur Erfüllung aller Forderungen Geschwindigkeiten in der Grössenordnung von 1 Mbit/s erwünscht wären (siehe Figur 3).

3.2 «Off-line»-Übertragungssysteme

Bei den bisher beschriebenen Anwendungen besteht eine direkte Verbindung zwischen dem Computer und der Endstelle der Datenübertragung. Ausser Magnetbändern oder Lochkarten existieren keine andern Zwischeninformationsträger. In diesem Fall handelt es sich um die sogenannte «On-line»-Betriebsart. Werden die Informationen hingegen

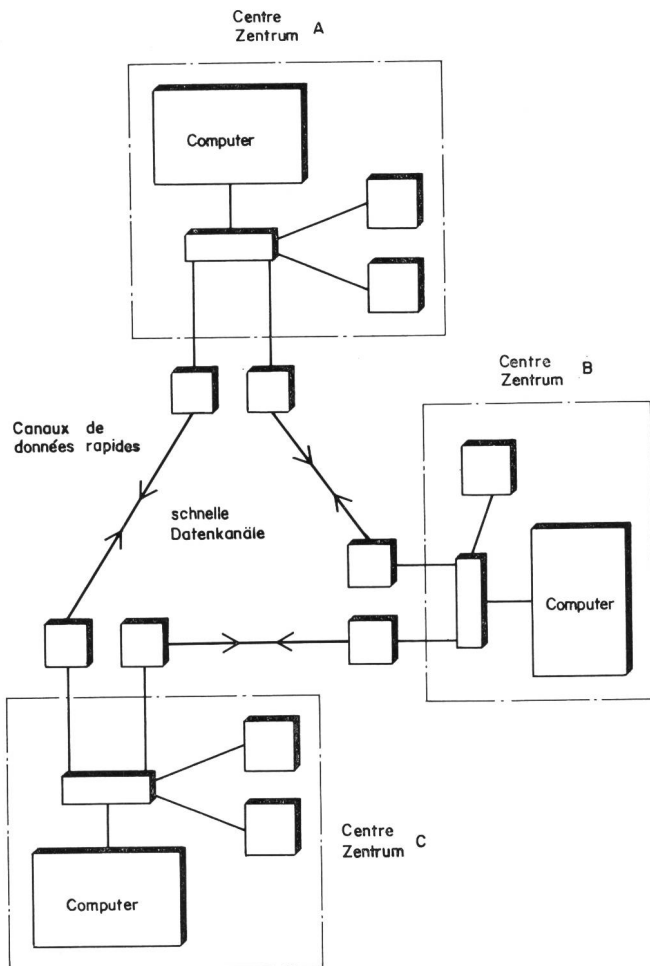


Fig. 3
Réseau intégré d'ordinateurs de puissance
Integriertes Grosscomputernetz

de bande magnétique à une autre unité de bande magnétique pour être traitées dans une phase ultérieure, on parle d'exploitation «hors ligne» ou «off-line». Pour ce genre de transmission, le débit binaire n'a pas d'influence sur le rendement de l'ordinateur. Seul le volume de données détermine la rapidité de transmission. Le critère déterminant est la durée de transmission, qui doit rester dans des dimensions raisonnables selon l'optique de l'utilisateur (voir figure 4).

Les transmissions «off-line» constituent en somme un acheminement postal à très grande vitesse. Sur le plan du traitement proprement dit, cette méthode n'apporte pas d'avantage et elle est très onéreuse en comparaison avec l'acheminement postal traditionnel. Les transmissions «off-line» sont, il est vrai, relativement simples à appliquer, car

nicht direkt zum Computer, sondern zum Beispiel von einer Magnetbandeinheit zur andern übertragen, um in einer späteren Phase bearbeitet zu werden, spricht man von «Off-line»-Betriebsart. Hier hat die Bitfolgefrequenz keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Rechners; einzig und allein das Informationsvolumen bestimmt die Grösse der Übertragungsgeschwindigkeit. Der wesentliche Faktor ist dabei die Übermittlungsdauer, die für den Benutzer innerhalb vernünftiger Grenzen bleiben sollte (siehe Figur 4).

Die «Off-line»-Übertragungen bilden im Grunde genommen ein sehr schnelles Informationsbeförderungsmittel. Aus der Sicht der Datenverarbeitung bietet diese Methode allerdings keine Vorteile und ist zudem sehr kostspielig im Vergleich zur normalen Beförderungsart durch die Post. Zugegebenermassen sind die «Off-line»-Übertragungen in ihrer Anwendung ziemlich einfach, da sie keinerlei Probleme an die Programmierung stellen. Da der Rechner nicht direkt an den Übertragungsgeräten angeschlossen ist, kann das spezielle für «On-line»-Systeme erforderliche Steuerprogramm entfallen. Die «Off-line»-Übertragungen sind vor allem bei den Datenverarbeitungsanlagen der ersten Generation angewandt worden. Die heutige Tendenz geht mehr

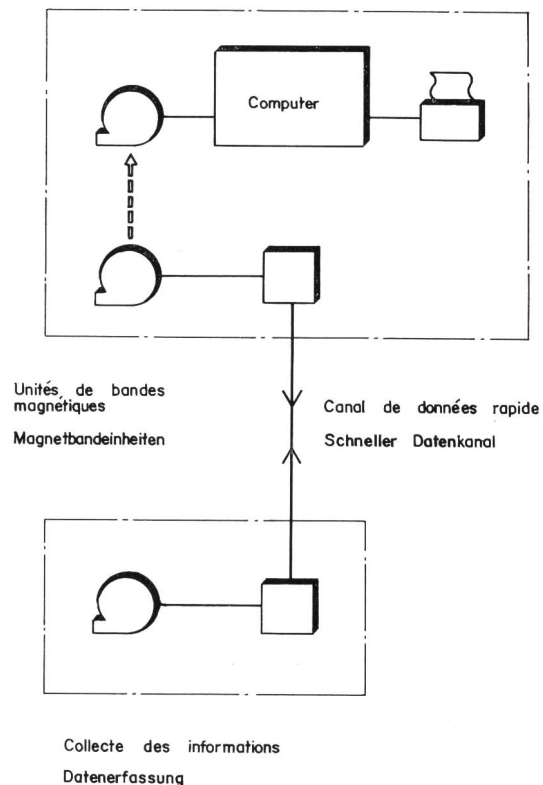


Fig. 4
Exemple d'un système de transmission «off line»
Beispiel eines «off line»-Übertragungssystems

elles ne provoquent pas de problèmes de programmation. L'ordinateur n'étant pas directement relié aux équipements de transmission, il n'est pas nécessaire de disposer d'un programme spécial de contrôle comme c'est le cas pour les systèmes «on-line». Les transmissions de données «off-line» ont surtout été utilisées avec les systèmes de traitement de données des premières générations. La tendance actuelle va de plus en plus dans la direction des systèmes «on-line», car avec le perfectionnement des méthodes de programmation, la connexion directe des systèmes de transmission aux ordinateurs devient plus facile.

Néanmoins un système «off-line» peut se justifier lorsque des raisons impératives ne permettent pas d'accepter les délais d'un acheminement postal normal et que l'organisation du centre de traitement ou la nature des informations transmises se prêtent mal à une prise en charge directe de celles-ci par l'ordinateur.

Pour le problème qui nous concerne, des canaux de données à grande vitesse peuvent être nécessaires dans le seul cas des informations de masse («bulk data»). Il s'agit par exemple des informations comptables d'une banque ou d'une organisation commerciale possédant plusieurs filiales qui sont rassemblées chaque jour sur un centre de traitement unique.

Dans un système comportant 5 stations extérieures et une seule installation commune centralisée, une rapidité de 2400 bit/s permettra, à raison d'un temps de transmission de 20 minutes par station, de rassembler 1 500 000 caractères alphanumériques d'information correspondant à 500 pages de texte en format A4 environ. Le temps total de transmission sera d'un peu moins de deux heures par jour; il n'est donc pas encore prohibitif. Avec un volume d'informations dix fois supérieur, la situation serait différente et l'utilisation de canaux à grande vitesse, c'est-à-dire ayant une capacité de 10 à 50 kbit/s, éliminerait les problèmes posés à 2400 bit/s par une exploitation quasi permanente.

3.3 Les systèmes de traitement en temps réel

Une catégorie de systèmes dont la nature est étroitement liée aux installations de télécommunication est constituée par les équipements de traitement en temps réel. Un système en temps réel est défini comme étant capable de contrôler un dispositif extérieur en recevant les informations qui le caractérisent et en traitant celles-ci suffisamment rapidement pour pouvoir agir sur le fonctionnement du dispositif quasiment à l'instant même où les informations sont produites. Un système de traitement qui télécommande une fusée ou un processus industriel correspond à cette définition (voir figure 5). Le contact doit être direct et immédiat entre la source de données et l'ordinateur. Dans tous les cas où ceux-ci ne se trouvent pas localisés au même

und mehr in Richtung der «On-line»-Systeme, denn durch die Verbesserung der Programmiermethoden wird der direkte Anschluss der Übertragungssysteme an die Computer mehr und mehr erleichtert.

Dagegen lässt sich der Einsatz eines «Off-line»-Systems rechtfertigen, wenn zwingende Gründe die Zeitverzögerung durch eine normale Postbeförderung ausschliessen und die interne Organisation des Verarbeitungszentrums oder die Art der übertragenen Informationen deren direkte Übernahme nicht erlauben.

In diesem besondern Fall sind schnelle Datenkanäle nur gerade für gewisse Masseninformationen («bulk data») erforderlich. Dabei handelt es sich beispielsweise um Buchhaltungsinformationen einer Bank oder einer Handelsorganisation mit mehreren Filialen, die diese täglich einem einzigen Verarbeitungszentrum übermitteln. In einem System mit 5 Aussenstationen und einer zentralen Ausrüstung erlaubt eine Geschwindigkeit von 2400 bit/s bei einer Übermittlungszeit von 20 Minuten je Station die Aufnahme von 1 500 000 alphanumerischen Zeichen, was einem Informationsvolumen von 500 Textseiten des Formates A4 entspricht. Die gesamte Übertragungszeit betrüge etwas weniger als zwei Stunden pro Tag; sie fällt demnach noch nicht sehr ins Gewicht. Dieser Sachverhalt ändert sich wesentlich bei einem zehnmal grösseren Informationsvolumen, indem mit der Benützung schneller Datenkanäle für 10...50 kbit/s die durch den praktischen Dauerbetrieb mit 2400 bit/s auftretenden Probleme beseitigt würden.

3.3 Echtzeit-Verarbeitungsanlagen

Eine Kategorie von Systemen, die naturgemäss sehr eng mit den Fernmeldeeinrichtungen verbunden ist, stellen

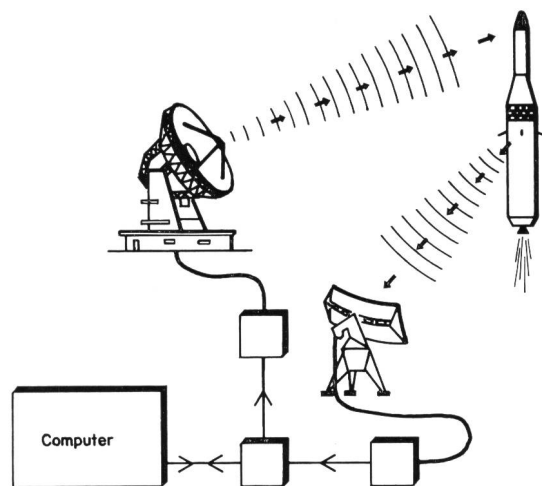


Fig. 5
Exemple d'un système en temps réel
Beispiel eines Echtzeitverarbeitungssystems

endroit, les systèmes en temps réel dépendent des réseaux de télécommunication. La notion de temps réel est intimement liée à la notion de temps de réponse. c'est-à-dire à l'intervalle de temps existant entre l'apparition d'un événement et la réponse du système à cet événement. La nature du problème traité par un système en temps réel détermine la durée admissible du temps de réponse. Le temps de réponse total d'un système se partage entre le temps effectif de traitement des informations et le temps nécessaire d'une part pour acheminer les informations d'entrée et d'autre part pour transmettre les résultats sur le canal de données. Le temps de réponse admissible et la quantité d'information à transmettre déterminent le débit binaire que doivent posséder les canaux de données.

3.3.1 Relations entre temps de réponse et débit binaire

Le temps de réponse nécessaire peut varier dans une large mesure selon l'application envisagée. Un système d'analyse d'images radar demande un temps de réponse de quelques millisecondes, de même qu'un système télécommandant des expériences réalisées dans un réacteur nucléaire. Si l'on prend par exemple un temps de réponse total admissible de 10 ms et que le temps de traitement est de 5 ms, la rapidité de transmission nécessaire devra être au minimum de 2000 ou de 40 000 bit/s si la quantité totale d'information à transmettre (entrée et sortie) est de 10 ou respectivement 200 bits. Sur des liaisons à grande distance, il faudrait en outre tenir compte du temps de propagation des signaux de données. Un système en temps réel à réponse très rapide ne peut donc être réalisé que si l'on dispose de canaux de transmission à grande vitesse.

3.3.2 Cas particulier des systèmes de conversation

Les systèmes en temps réel ne sont pas tous destinés à des tâches de télécommande ou de contrôle d'un environnement. Par extension, on nomme également système en temps réel des installations destinées à des travaux de traitement ordinaires, commerciaux ou scientifiques. En opposition avec le traitement par lots, la différence réside dans le fait que l'ordinateur est capable d'accepter à tout instant des informations nouvelles à traiter. Les systèmes de conversation entrent dans cette catégorie. Leur temps de réponse admissible est beaucoup plus long que ceux qui sont généralement nécessaires pour un système de télécommande. Il est de l'ordre de 2 à 5 secondes. Les systèmes utilisant des unités de visualisation à rayons cathodiques peuvent cependant nécessiter des canaux à haute vitesse selon la quantité d'information qu'ils doivent afficher. Une unité devant afficher 1000 caractères alphanumériques en 2 secondes doit disposer par exemple d'un canal de données ayant une capacité d'au moins 4000 bit/s.

die Echtzeit-Verarbeitungsanlagen dar. Ein Echtzeitsystem ist definiert als ein System, das von einem externen Organ charakteristische Informationen aufnehmen und innerhalb einer Zeit verarbeiten kann, die eine Steuerung dieses Organes praktisch im Augenblick erlaubt, in dem diese Informationen entstehen. Als Beispiele dafür seien die Fernsteuerung einer Rakete oder die Steuerung eines Industrieprozesses aufgeführt (siehe *Figur 5*). Die Verbindung zwischen der Datenquelle und dem Rechner muss direkt und unmittelbar sein. Die Echtzeitsysteme sind in all jenen Fällen auf die Fernmeldenetze angewiesen, in denen die Datenquellen sich nicht am selben Ort wie der Rechner befinden. Der Begriff Echtzeit ist eng mit dem Begriff Reaktionszeit verbunden, das heisst mit dem Zeitintervall zwischen Auftreten eines Ereignisses und Antwort des Systemes auf dieses Ereignis. Die Art des mit einem Echtzeitsystem verarbeiteten Problems bestimmt die zulässige Reaktionszeit. Die totale Reaktionszeit eines Systems wird aufgeteilt einerseits in die effektive Verarbeitungszeit und andererseits in die für die Ein- und Ausgabe der Informationen auf den Datenkanälen erforderliche Zeit. Die entsprechenden Übertragungsgeschwindigkeiten sind durch die zulässige Reaktionszeit und das Volumen der zu übertragenden Informationen bestimmt.

3.3.1 Beziehungen zwischen Reaktionszeit und Übertragungsgeschwindigkeit

Die Reaktionszeit kann je nach Anwendung innerhalb weiter Grenzen variieren. Ein System zur Auswertung von Radarbildern verlangt eine solche von wenigen Millisekunden, desgleichen ein Fernsteuerungssystem für Kernspaltungsversuche in Reaktoren. Nimmt man beispielsweise eine zulässige Reaktionszeit von 10 ms und eine Verarbeitungszeit von 5 ms an, so beträgt die zur Übertragung einer Information von 10 oder 200 bit (Ein- und Ausgabe) notwendige minimale Bitfolgefrequenz 2000 oder 40 000 bit/s. Bei Weitverkehrsverbindungen ist zudem noch die Laufzeit der Datensignale zu berücksichtigen. Ein Echtzeitsystem mit sehr kleinen Reaktionszeiten lässt sich also überhaupt nur dann verwirklichen, wenn schnelle Datenübertragungsleitungen verfügbar sind.

3.3.2 Spezialfall der Konversationssysteme

Nicht alle Echtzeitsysteme werden für Steuerungs- und Fernsteuerungsaufgaben eingesetzt. Echtzeitsysteme können ebenfalls für die kommerzielle und wissenschaftliche Datenverarbeitung verwendet werden. Im Gegensatz zur gruppenweisen Verarbeitung ist hier der Rechner jederzeit in der Lage, neue Informationen zur Verarbeitung entgegenzunehmen. In diese Kategorie fallen die Konversationssysteme. Ihre zulässige Reaktionszeit ist wesentlich länger als jene für Fernsteuerungen und liegt in der Grössenord-

Un cas particulier est constitué par les unités de visualisation permettant d'afficher des informations purement graphiques (schémas, courbes de fonctions, etc.). Pour l'exemple précédent, la quantité d'information nécessaire pour transmettre 1000 caractères alphanumériques était de l'ordre de 8000 bits, le nombre exact dépendant du choix du code et du système de protection contre les erreurs. Dans un terminal à affichage graphique, le nombre de bits par image est beaucoup plus élevé. Pour obtenir une image de 20 cm sur 15 cm avec une résolution de 20 points par cm, le nombre de bits sera de 120 000. Si l'on veut obtenir cette image en 5 secondes, la vitesse de transmission devra être de l'ordre de 24 kbit/s. Des procédés de codage perfectionnés permettent de réduire le nombre de bits à transmettre dans une certaine mesure. On peut néanmoins affirmer qu'une unité d'affichage graphique nécessite toujours un débit binaire élevé de transmission.

Tous les systèmes de traitement en temps réel ne sont pas dotés d'un temps de réponse rapide. Pour certains problèmes, un temps de réponse de quelques minutes est suffisant. Les seules opérations qui sont exécutées en temps réel effectif sont celles de la réception des données. Le système doit être capable d'accepter à chaque instant les informations provenant des sources de données, sans perte d'information. Un système de commutation de messages télégraphiques, relié à un grand nombre de canaux à basse vitesse, possède de telles caractéristiques. L'ordinateur doit procéder en quelques secondes à l'identification de la station correspondante lors d'un appel, puis à la mise en mémoire du message. Par contre, jusqu'au traitement effectif d'un télégramme et à sa transmission, un temps de l'ordre de 5 minutes peut par exemple être considéré comme acceptable.

3.4 Dispositifs particuliers de transmission de données à grande vitesse

Nous voulons dans ce chapitre traiter deux cas de systèmes de transmission de données pour lesquels ce ne sont ni les particularités du centre de traitement ni celles des installations périphériques qui imposent l'utilisation de circuits de transmission à haut débit binaire. Nous consacrerons ensuite quelques lignes au problème des transmissions fac-similé.

3.4.1 Les dispositifs de concentration de lignes

Les utilisateurs des systèmes de traitement en temps partagé peuvent joindre l'ordinateur à l'aide du réseau téléphonique automatique ou de liaisons spécialisées fixes. Chaque solution a ses avantages. Les taxes des communications sur le réseau automatique ne sont facturées que pour la durée effective d'utilisation. Le prix d'un circuit loué

de 2...5 s. Systèmes avec des appareils à écran peuvent cependant nécessiter des liaisons rapides, dès lors que les informations à transmettre ont un certain volume. Un appareil, par exemple, qui en 2 s doit représenter 1000 caractères alphanumériques, doit être relié à une liaison avec une capacité minimale de 4000 bit/s.

Un cas particulier se présente pour les appareils à écran, qui servent à représenter des schémas, des courbes de fonctions, etc. Dans le cas qui nous occupe, il s'agit de la transmission d'un schéma. Un appareil, par exemple, qui en 2 s doit représenter 1000 caractères alphanumériques, doit être relié à une liaison avec une capacité minimale de 4000 bit/s. Un cas particulier se présente pour les appareils à écran, qui servent à représenter des schémas, des courbes de fonctions, etc. Dans le cas qui nous occupe, il s'agit de la transmission d'un schéma. Un appareil, par exemple, qui en 2 s doit représenter 1000 caractères alphanumériques, doit être relié à une liaison avec une capacité minimale de 4000 bit/s.

Nicht alle Echtzeitsysteme haben eine kleine Reaktionszeit. Für gewisse Probleme genügt auch eine solche von einigen Minuten vollauf. Die einzige Operation, die dann effektiv in Echtzeit ausgeführt wird, ist die Eingabe der Daten. Das System muss befähigt sein, jederzeit ohne Informationsverlust Daten aufzunehmen. Solche Eigenschaften besitzt zum Beispiel ein Nachrichtenvermittlungssystem für Telegraphie, das an eine Vielzahl von langsamen Datenleitungen angeschlossen ist. Der Computer muss hier innerhalb weniger Sekunden die Identifikation der anrufenden Station durchführen und die gesendete Nachricht speichern. Bis zur effektiven Verarbeitung des Telegramms und seiner Übermittlung kann hingegen eine Zeitspanne von rund 5 Minuten als durchaus annehmbar angesehen werden.

3.4 Spezielle Einrichtungen für die schnelle Datenübertragung

In diesem Abschnitt sollen zwei Fälle von Datenübertragungssystemen behandelt werden, bei welchen weder die Besonderheiten des Verarbeitungszentrums noch jene der peripheren Installationen den Einsatz schneller Datenübertragungsleitungen bedingen. Im weiteren sollen einige Überlegungen hinsichtlich der Probleme der Faksimile-Übertragung angestellt werden.

3.4.1 Leitungskonzentratoren

Die Benutzer von Zeiteilungssystemen haben Zugriffsmöglichkeiten zum Computer entweder über das automati-

est, lui, indépendant de son degré d'utilisation. La qualité de transmission sera par contre supérieure à celle obtenue sur une liaison automatique.

Si un certain nombre de clients d'un centre de calcul sont groupés géographiquement, il est possible de prévoir une organisation correspondant à celle de la *figure 6*. Au lieu d'appeler directement le centre de calcul, les utilisateurs établissent leurs communications sur le réseau local pour atteindre le concentrateur A. La liaison à longue distance est effectuée par l'intermédiaire de la ligne louée B, qui assure une qualité de transmission constante. Dans le cas où une transmission à 2400 bit/s est sans autre possible sur le réseau local mais par contre difficile ou même impossible à obtenir par l'intermédiaire du réseau automatique pour une liaison à grande distance, la solution offerte par le concentrateur de lignes est intéressante. Si l'on désire que plusieurs utilisateurs puissent atteindre simultanément le centre de calcul au travers du concentrateur, il faudra le doter de plusieurs circuits loués. Une autre solution qui peut être valable tant du point de vue technique que financier consiste à concentrer les données des différents utilisateurs sur un circuit à grande vitesse en procédant à un multiplexage dans le temps des signaux digitaux. Pour permettre 4 communications simultanées à 2400 bit/s, il faudra disposer d'un débit binaire de 9600 bit/s sur la ligne louée par exemple. Dans une autre application, le même canal à haute vitesse permettrait l'utilisation simultanée de 32 terminaux fonctionnant à 300 bit/s.

3.4.2 Les circuits multipoints

Les circuits multipoints permettent, lorsque la distribution géographique d'un réseau de transmission de données s'y prête, d'effectuer des économies importantes sur le prix de location des lignes (voir *figure 7*). Leur application a toutefois une répercussion sur la valeur des débits binaires nécessaires pour assurer le service. Si un débit binaire de 2400 bit/s est suffisant, par exemple, pour une application donnée munie de 5 circuits point à point dont le degré d'utilisation est de 80%, il sera par contre nécessaire de l'augmenter jusqu'à 10 kbit/s pour conserver les mêmes possibilités de transmission à chacune des stations reliées par un circuit multipoint. Le circuit multipoint sera intéressant financièrement si le prix du canal à grande vitesse et des équipements reste inférieur au prix total des circuits point à point.

3.4.3 Les systèmes de transmission en fac-similé

Les systèmes de transmission en fac-similé ne sont pas obligatoirement en relation avec un système de traitement de données. Ils servent le plus souvent à transmettre des documents graphiques d'individu à individu sans que ces

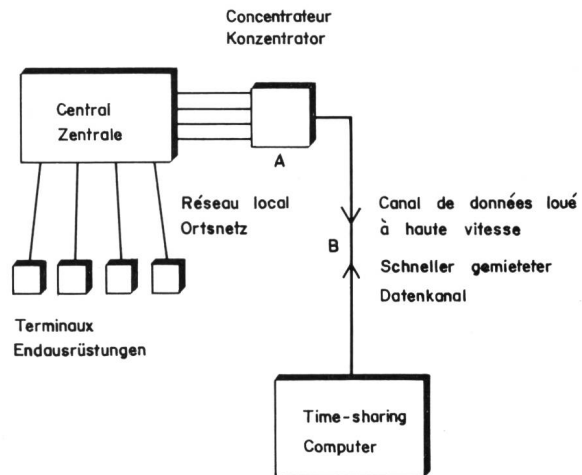


Fig. 6
Système de transmission de données avec concentrateur de lignes
Datenübertragungssystem mit Leitungskonzentratoren

sche Telefon-Wählnetz oder über besondere fest geschaltete Verbindungen. Jede Lösung hat ihre eigenen Vorteile. Die Verbindungstaxen auf dem automatischen Netz werden nur auf Grund der wirklichen Benützungsdauer berechnet. Der Preis eines gemieteten Stromkreises dagegen ist unabhängig von seinem Ausnutzungsgrad; die Übertragungsqualität wird jedoch besser sein als jene des automatischen Netzes. Für den Fall, dass eine gewisse Anzahl Kunden eines Rechenzentrums geographisch günstig gelegen sind, kann man eine der *Figur 6* entsprechende Netzkonfiguration vorsehen. Statt direkt das Rechenzentrum zu erreichen, bauen die Teilnehmer im Ortsnetz die Verbindung mit dem Konzentratoren A auf. Die Weitverkehrsverbindung geschieht dann mit der gemieteten Leitung B, die eine gleichbleibende Übertragungsqualität gewährleistet. Diese Möglichkeit des Leitungskonzentratoren bietet vor allem dann Vorteile, wenn die Übertragung im Ortsnetz mit 2400 bit/s wohl ohne weiteres möglich, im automatischen Netz über grössere Distanzen jedoch schwierig oder gar unmöglich ist. Wünschen mehrere Benützer gleichzeitigen Zugriff zum Rechenzentrum, so wird man den Leitungskonzentratoren mit mehreren gemieteten Leitungen ausrüsten. Eine andere günstige Möglichkeit sowohl in technischer wie in finanzieller Hinsicht besteht in einer Zusammenfassung der Informationen verschiedener Kunden auf eine schnelle Datenleitung mit Zeitmultiplex der digitalen Signale. Für vier simultane Verbindungen mit beispielsweise 2400 bit/s wird man also eine gemietete Leitung für 9600 bit/s einsetzen müssen. In einer anderen Anwendung würde es dieselbe Leitung erlauben, gleichzeitig 32 Randeinheiten mit einer Geschwindigkeit von 300 bit/s zu betreiben.

Informations passent par l'intermédiaire d'un ordinateur. La plupart de ces équipements fonctionnent selon une technique analogique. Toutefois, il existe des systèmes où l'information graphique est codée numériquement avant d'être transmise et cette transmission est réalisée à l'aide d'un modem. Les systèmes de fac-similé peuvent alors dans ce cas être assimilés aux systèmes de transmission de données.

Dans la mesure où les équipements de fac-similé se perfectionneront, l'on peut s'attendre à l'avenir à une extension de leur domaine d'application. On peut en particulier prévoir que ces appareils, et en particulier ceux munis d'un codage numérique, seront dans une large mesure utilisés en collaboration avec des ordinateurs. Comme applications possibles, nous pouvons citer la transmission, sur demande, d'informations graphiques contenues sous forme numérique dans les mémoires d'une banque de données, la composition typographique d'un journal avec l'assistance d'un ordinateur et la transmission des épreuves à une imprimerie distante de plusieurs centaines de kilomètres chargée de la production simultanée d'une édition étrangère, ou même l'impression des journaux à domicile.

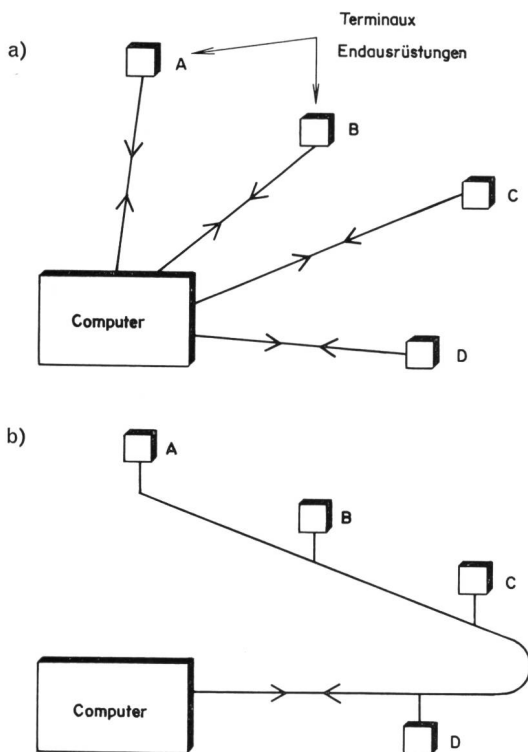


Fig. 7
 Comparaison entre réseau point à point a) et réseau multipoints b)
 Vergleich zwischen a) einem Netz mit Punkt-Punkt-Verbindungen
 und b) einem verzweigten Netz

3.4.2 Verbindungen mit Vielfachanschlüssen

Verbindungen mit Vielfachanschlüssen lassen, sofern die geographische Verteilung der Benutzer ein solches Datenübertragungsnetz gestattet, wesentliche Einsparungen an Leitungskosten zu (siehe Figur 7). Ihr Einsatz hat jedoch einen Einfluss auf die betriebsnotwendigen Übertragungsgeschwindigkeiten. Ist etwa für ein System von fünf Punkt-Punkt-Verbindungen mit einem Nutzungsgrad von 80% eine Bitfolgefrequenz von 2400 bit/s genügend, so muss diese auf 10 kbit/s erhöht werden, sobald für jede der beteiligten Stationen die gleichen Möglichkeiten beibehalten werden sollen. Verbindungen mit Vielfachanschlüssen sind dann finanziell interessant, wenn die Kosten für die schnelle Datenleitung und die Ausrüstungen geringer sind als die Gesamtkosten für die verhältnismässig langsamen Punkt-Punkt-Verbindungen.

3.4.3 Faksimile-Übertragungssysteme

Die Faksimile-Übertragungssysteme stehen nicht notwendigerweise in Verbindung mit den Datenverarbeitungssystemen. Sie dienen in den meisten Fällen der Übermittlung graphischer Dokumente von Teilnehmer zu Teilnehmer, ohne dass dabei diese Informationen von einem Computer verarbeitet werden. Die Mehrzahl dieser Systeme arbeitet nach dem analogen Prinzip. Es gibt jedoch auch solche, bei denen die graphische Information vor der Übertragung digital codiert und über ein Modem auf den Übertragungskanal gegeben wird. Die Faksimile-Systeme können in diesen Fällen den Datenübertragungssystemen gleichgestellt werden.

In dem Masse, in dem sich die Faksimileanlagen vervollkommen, wird man auch eine Erweiterung ihrer Anwendungsgebiete erwarten können. Insbesondere kann man annehmen, dass diese Apparate, und speziell jene mit digitaler Codierung, in grösserem Umfang in Zusammenarbeit mit Computern verwendet werden. Als mögliche Anwendungen seien hier genannt: die Übertragung graphischer Informationen auf Abruf, die in digitaler Form in Datenbankspeichern zur Verfügung stehen, der typographische Satz einer Zeitung mit Hilfe eines Computers und anschließender Übermittlung der Druckvorlagen zum Beispiel an eine mehrere hundert Kilometer entfernte Druckerei zur Herausgabe einer Fern- oder Auslandsauflage oder sogar der «Druck» einer Zeitung zu Hause.

Ein Dokument von 20 x 30 cm, schwarz-weiß, enthält bei einer Auflösung von 0,2 mm $1,5 \times 10^6$ bit. In einem analogen System wird dieses Informationsvolumen in ungefähr 10 Minuten übertragen. Mit digitaler Codierung reduziert sich diese Übermittlungszeit auf die Hälfte, sofern man dazu eine Bitfolgefrequenz von 4800 bit/s verwenden kann. Sind zusätzlich Halbtöne zu übertragen, muss jeder Bildpunkt durch eine Bitgruppe dargestellt werden, was das zu

Un document de 20 cm sur 30 cm en noir et blanc contient une quantité d'information équivalant à $1,5 \times 10^6$ bits si l'on prend une résolution de 0,2 mm. Il est transmis en 10 minutes environ avec un système analogique. Si l'on utilise un codage digital, le temps de transmission sera réduit de moitié à la condition de disposer d'un débit binaire de 4800 bit/s.

Lorsqu'on désire transmettre des demi-teintes, chaque point de l'image devra être caractérisé par un groupe de bits, ce qui augmente encore la quantité d'information à transmettre.

La transmission d'un volume important de documents, par exemple le contenu complet d'un journal, entre l'imprimerie principale et une filiale peut demander l'utilisation d'un canal de transmission à haute vitesse. Si l'on veut transmettre en moins d'une heure le contenu d'un journal de 30 pages, il faudra disposer d'un débit binaire de l'ordre de 50 kbit/s.

4. Les perspectives de développement des systèmes à haute vitesse

Nous avons décrit de nombreuses applications du traitement électronique de l'information pour lesquelles l'emploi de canaux de transmission de données à haut débit binaire se justifie. On peut se demander dans quelle mesure se manifesteront dans le futur les besoins exprimés, tant du point de vue du nombre de canaux à haut débit nécessaire que de la gamme des vitesses souhaitées. La réponse à une telle question est délicate et son envergure dépasse le but que nous nous sommes fixé. Il est possible toutefois de dégager certaines tendances générales.

Les exemples que nous avons présentés montrent que les réseaux de télécommunications devraient fournir des canaux à haute vitesse dont les rapidités de transmission sont situées dans deux gammes très différentes. Nous avons un premier groupe d'applications pour lesquelles des canaux ayant un débit binaire maximum de 10 à 15 kbit/s sont satisfaisants. Ce sont toutes celles où des équipements périphériques rapides classiques sont utilisés. Nous citerons en particulier les imprimantes rapides, les lecteurs-perforateurs de cartes, les unités de visualisation. Les exigences posées par les applications appartenant au second groupe sont beaucoup plus élevées. Les liaisons entre ordinateurs ne sont en effet optimales qu'en utilisant des débits binaires très élevés. Un débit binaire de 50 kbit/s permet d'obtenir des résultats acceptables dans de nombreux cas, mais une liaison étroite entre des centres de grande puissance ne saurait être considérée comme entièrement satisfaisante sans un débit binaire de plusieurs centaines de kbit/s ou même de plusieurs Mbit/s. Si l'on

übertragende Informationsvolumen beträchtlich vergrößert. Die Übermittlung eines grossen Informationsvolumens, beispielsweise der vollständige Inhalt einer Zeitung, zwischen Haupt- und Zweigdruckerei erfordert unter Umständen die Verwendung schneller Übertragungskanäle. Zur Übermittlung einer ganzen Zeitungsausgabe von 30 Seiten binnen einer Stunde wäre nämlich eine Bitfolgefrequenz in der Grössenordnung von 50 kbit/s vorzusehen.

4. Entwicklungsaussichten der Hochgeschwindigkeitssysteme

Verschiedene Anwendungsmöglichkeiten elektronischer Datenverarbeitung sind beschrieben worden, für die sich der Einsatz schneller Datenleitungen rechtfertigt. Es lässt sich nun die Frage aufwerfen, wie in Zukunft die Bedürfnisse gestaltet sein werden hinsichtlich der Anzahl nötiger schneller Datenleitungen wie der gewünschten Geschwindigkeitsbereiche. Die Antwort auf eine solche Frage ist schwierig und deren Tragweite übersteigt das in diesem Artikel gesteckte Ziel; es ist hingegen möglich, einige allgemeine Tendenzen aufzuzeigen.

Die angeführten Beispiele lassen erkennen, dass die Fernmeldenetze der Zukunft über schnelle Datenleitungen mit zwei sehr unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen verfügen sollten:

- Für eine erste Anwendungsgruppe wäre eine maximale Bitfolgefrequenz von 10...15 kbit/s genügend, nämlich für alle jene Systeme, die klassische schnelle Randeinheiten einsetzen. Hier seien vor allem die Schnelldrucker, die Kartenleser und -stanzer sowie die Bildschirmgeräte genannt.
- Eine zweite Gruppe stellt wesentlich höhere Anforderungen. Verbindungen zwischen Rechnern sind nur dann optimal, wenn sie mit sehr hohen Übertragungsgeschwindigkeiten betrieben werden können. In vielen Fällen sind mit Bitfolgefrequenzen von 50 kbit/s annehmbare Resultate zu erreichen; für die Koppelung zweier Grossrechenzentren werden jedoch nur solche von mehreren hundert kbit/s oder gar mehreren Mbit/s auf die Dauer befriedigen.

Wünscht man ein umfassendes Datenübertragungsnetz aufzubauen, wären zur Deckung des Bedarfes an Übertragungskapazität folgende drei Leitungstypen erforderlich:

- langsame Datenleitungen bis 300 bit/s, deren Bedeutung in der Einleitung zu diesem Artikel hervorgehoben worden ist,
- mittelschnelle Datenleitungen bis 15 kbit/s und
- schnelle Datenleitungen bis 1 Mbit/s.

Diese Auswahl berücksichtigt lediglich die Erfordernisse der Datenverarbeitung und nicht das gesamte Problem der Fernmeldeverbindungen.

désirait créer de toutes pièces un réseau de transmission de données, il serait possible de répondre aux besoins en le dotant de trois types différents de canaux: des canaux lents à 300 bit/s, dont nous avons précisé l'importance dans l'introduction du présent article, des canaux moyennement rapides à 15 kbit/s et des canaux très rapides à 1 Mbit/s. Ce choix tient compte uniquement des besoins du traitement de données et non du problème des télécommunications dans son ensemble.

Sur le plan quantitatif, le nombre des liaisons à moyenne vitesse entre ordinateurs et terminaux sera certainement nettement supérieur à celui des liaisons entre ordinateurs. Dans la première catégorie, il est probable que les systèmes de conversation utilisant des unités de visualisation comme terminaux trouveront une diffusion plus large que ceux de télétraitement classique par lots. Les liaisons entre ordinateurs sont encore rares à l'heure actuelle. Le nombre de services confiés à des ordinateurs est toutefois en constante augmentation actuellement, que ce soit dans les domaines de la banque, du commerce, de l'industrie ou du gouvernement. Il sera de plus en plus souvent nécessaire, avec ce développement, que des systèmes de traitement distincts puissent échanger des informations entre eux. On assistera ainsi à une intégration d'un certain nombre de systèmes de traitement de l'information, dès que les problèmes nombreux et difficiles à résoudre posés par la programmation, la sécurité de l'information ou les questions juridiques seront résolus. Le nombre de liaisons très rapides restera néanmoins limité. Pour un pays comme la Suisse, une centaine de liaisons entre ordinateurs peut être considérée comme une estimation optimiste pour les dix prochaines années. Mais il ne faut pas oublier que les échanges d'information se feront de plus en plus à l'échelon international. On peut prévoir d'autre part que chaque centre de calcul sera relié en général à une dizaine de terminaux à moyenne vitesse, ce qui laisse estimer à un millier environ le nombre de liaisons à moyenne vitesse nécessaires.

Nous renonçons à poursuivre ici des pronostics qui justifieraient à eux seuls une étude sérieuse du marché.

Die allgemeine Entwicklung lässt heute die Aussage zu, dass die Anzahl mittelschneller Verbindungen zwischen Computern und Endstellen sicher wesentlich grösser sein wird als jene von Computern untereinander. In der ersten Gruppe ist es wahrscheinlich, dass die Konversationssysteme mit Bildschirmgeräten ein breiteres Anwendungsgebiet finden werden als solche mit der klassischen gruppenweisen Verarbeitung. Im gegenwärtigen Zeitpunkt sind die Verbindungen zwischen Computern selten. Die Anzahl der den Rechenzentren anvertrauten Probleme steigt aber ständig, sei es nun in den Geschäftsbereichen der Banken, des Handels, der Industrie oder der Verwaltung. Mit dieser Entwicklung wird sich mehr und mehr die Notwendigkeit herausstellen, dass verschiedene Verarbeitungssysteme Informationen unter sich austauschen. Daraus wird sich die Integration einer gewissen Anzahl von Informationsverarbeitungssystemen ergeben, sobald die durch die Programmierung, die Informationssicherheit und juristische Fragen gestellten zahlreichen und schwierigen Probleme gelöst sein werden. Demnach wird lediglich eine beschränkte Zahl sehr schneller Verbindungen nötig sein. Für ein Land wie die Schweiz wird man für die nächsten zehn Jahre schätzungsweise etwa 100 Verbindungen zwischen Computern annehmen können. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass ein Informationsaustausch sich ebenfalls mehr und mehr auf internationaler Ebene abspielt. Andererseits kann man erwarten, dass an jedes Rechenzentrum im Durchschnitt etwa zehn mittelschnelle Randeinheiten angeschlossen werden, wofür also rund 1000 mittelschnelle Verbindungen nötig sein werden. Es sei hier auf weitere Prognosen verzichtet, die sich auf Grund einer umfassenden Marktforschung ergeben müssten.

Bibliographie

- Bennett W. R. and Davey J. R.*: Data Transmission; McGraw-Hill Book Co., N. Y.
Martin James: Telecommunications and the Computer; Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J.
Lüscher B. und Lutz H. P.: Reduktion einer Bildinformation; Diplomarbeit ETH Zürich SS 1968, Institut für Automatik und Industrielle Elektronik