

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 64 (1986)

Heft: 3

Artikel: Datenkommunikationsprotokolle : Prinzipien und Definitionen =
Protocoles pour la communication de données : principes et définitions

Autor: Jaquier, Jean-Jacques

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875020>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Datenkommunikationsprotokolle: Prinzipien und Definitionen

Protocoles pour la communication de données: principes et définitions

Jean-Jacques JAQUIER, Bern

Zusammenfassung. Der Artikel führt in den Begriff des Datenkommunikationsprotokolls ein. Die Zusammenhänge zwischen Schnittstellen und Protokollen, die möglichen Systemstrukturen (Kettenschaltung, hierarchische Verschachtelung), das Konzept der End-zu-End-Steuerung, der Ablauf des Informationsaustausches in einer hierarchischen Protokollstruktur werden dabei erläutert.

Résumé. L'auteur introduit la notion de protocole de communication de données. A cet effet, il explique ce que sont les relations entre les interfaces et les protocoles, les structures possibles des systèmes (en cascade, entrelacement des niveaux hiérarchiques), la conception de la commande de bout en bout, ainsi que le déroulement des échanges d'information au sein d'une structure hiérarchique des protocoles.

Principi e definizioni di protocolli nella comunicazione di dati

Riassunto. L'autore spiega il concetto di protocollo nella comunicazione dati, illustrando le relazioni tra le interfacce e i protocolli, le possibili strutture di sistema (connessione in cascata, concatenamento gerarchico), il concetto di controllo da estremo a estremo e lo svolgimento dello scambio di informazioni in una struttura gerarchica di protocollo.

1 Einleitung

Die Begriffe «Prozedur» und «Protokoll» werden immer häufiger auf allen Gebieten der Teleinformatik angewendet. Protokolle findet man im Zusammenhang mit physikalischen Schnittstellen [1], mit Verfahren für die Erkennung und Korrektur von Übertragungsfehlern (Leitungsprozeduren oder -protokolle), mit Datenvermittlungsverfahren (Leitungsvermittlung gemäss X.21 oder Paketvermittlung gemäss X.25, siehe u. a. [2, 3, 4, 5]) oder mit Telekommunikationsdiensten [6 sowie der Artikel «Telex und seine Protokolle», der nächstens erscheinen wird].

In diesem Artikel geht es darum, den Bereich allgemein darzustellen und eine Einführung und Übersicht über das Thema «Protokoll» zu geben. Vor allem wird gezeigt, dass die Funktionen eines Datenkommunikationssystems nach bestimmten Regeln definiert und strukturiert werden können, die vom Funktionstyp unabhängig sind.

2 Harmonisierung der in einem Informatiknetz zusammenwirkenden Funktionen

Schon beim oberflächlichen Studium eines Teleinformatiksystems kann man feststellen, dass für die Kommunikation zwischen zwei Datenendeinrichtungen (DTE, data terminal equipment) beispielsweise zwischen einem Terminal und einem zentralen Rechner oder zwischen zwei Rechnern eine Reihe komplexer Funktionen ablaufen müssen. Diese sind vollständig zu harmonisieren, damit die Kommunikation zwischen beiden fehlerfrei verläuft. Dazu gehören u. a. Bitrate, Übertragungsverfahren, Code, Steuerung des Datenkanals, Datensicherung und Flusststeuerung.

Diesen bereits komplexen Funktionen, die lediglich den Informationstransport betreffen, sind weitere hinzuzufügen: solche, die applikationsbezogene Bedürfnisse abdecken und die Hauptaufgaben der DTE darstellen. Darunter fallen Informationsformatierung, Steuerung der Terminalfunktionen, Einsatz und Verwaltung der Benutzerprozesse usw.

Die Teleinformatikfunktionen sind in eine Anzahl Komponenten aufgeteilt. Diese finden sich einerseits bei den

1 Introduction

Les notions de «procédure» ou de «protocole» sont de plus en plus souvent utilisées dans tous les domaines de la téléinformatique. Le terme de protocole est évoqué en rapport avec les interfaces physiques [1], et les procédures de reconnaissance et de correction d'erreurs de transmission (procédures ou protocoles de liaison), avec les techniques de commutation de données (commutation de circuits selon X.21 ou commutation par paquets selon X.25, voir notamment [2, 3, 4, 5]), ou en rapport avec les services de télécommunication [6, ainsi que l'article «Télétex et ses protocoles» qui paraîtra prochainement].

Dans cet article, l'auteur traite la question dans ses grandes lignes et donne un aperçu général de la notion de «protocole». Il s'agit en particulier de montrer que les fonctions d'un système de communication de données peuvent être définies et structurées en fonction de règles uniformes, indépendantes du type de fonction proprement dit.

2 Harmonisation des fonctions coopérant dans un réseau informatique

Une étude superficielle d'un système de téléinformatique permet déjà de montrer que la communication entre deux équipements terminaux de traitement de données (ETTD), par exemple entre un terminal et un ordinateur central ou entre deux ordinateurs, demande la mise en œuvre d'un ensemble complexe de fonctions. Pour que la communication se déroule irréprochablement, il est nécessaire que ces fonctions soient parfaitement harmonisées. En font notamment partie le débit binaire, le mode de transmission, le code, la gestion de la voie de données, les contrôles d'erreurs et de flux.

A ces fonctions déjà complexes, qui concernent le seul transport des informations, s'ajoutent celles qui touchent les aspects plus spécifiques de l'application, c'est-à-dire les rôles principaux des équipements ETTD. Parmi ceux-ci, il y a lieu de citer le formatage des informations, la commande des facilités d'un terminal, l'activation et la gestion des processus utilisateurs, etc.

zusammenarbeitenden Partner-DTE und andererseits im Netz. Eine harmonische Zusammenarbeit zwischen diesen Komponenten ruft nach besonderen Verfahren und Leistungsmerkmalen.

21 Einordnung der Komponenten

Es lassen sich zwei Hauptklassen von Komponenten eines Teleinformatiksystems unterscheiden:

- die Komponenten für die Datenverarbeitung, d. h. die die eigentliche Applikation ausführenden Rechner. Dazu kommen die Terminals, die die Mensch-Maschinen-Schnittstelle bilden. Unter Rechner und Terminal sind sowohl Material (Hardware) wie auch programmierte Funktionen (Software) zu verstehen
- die Komponenten für die Kommunikation, bestehend aus Leitungen, Modems, öffentlichen Datennetzen, Datenvermittlungseinrichtungen, Kommunikations-Steuereinheiten und -Vorrechner. Auch hier geht es um Hardware und Software.

Les fonctions téléinformatiques sont distribuées dans un certain nombre de composants répartis entre les ETTD partenaires et le réseau de communication. Un interfonctionnement harmonieux entre ces composants exige donc la mise en œuvre de facilités et de moyens particuliers.

21 Classification des composants

On peut distinguer deux classes principales de composants dans un système de téléinformatique:

- Les composants de traitement de données, à savoir les ordinateurs qui sont impliqués en premier lieu par l'application, auxquels s'ajoutent les terminaux assurant le contact entre l'homme et la machine. Par ordinateur et terminal, on entend aussi bien du matériel que des fonctions programmées (logiciels).
- Les composants de communication comprenant les circuits, les modems, les réseaux publics de données,

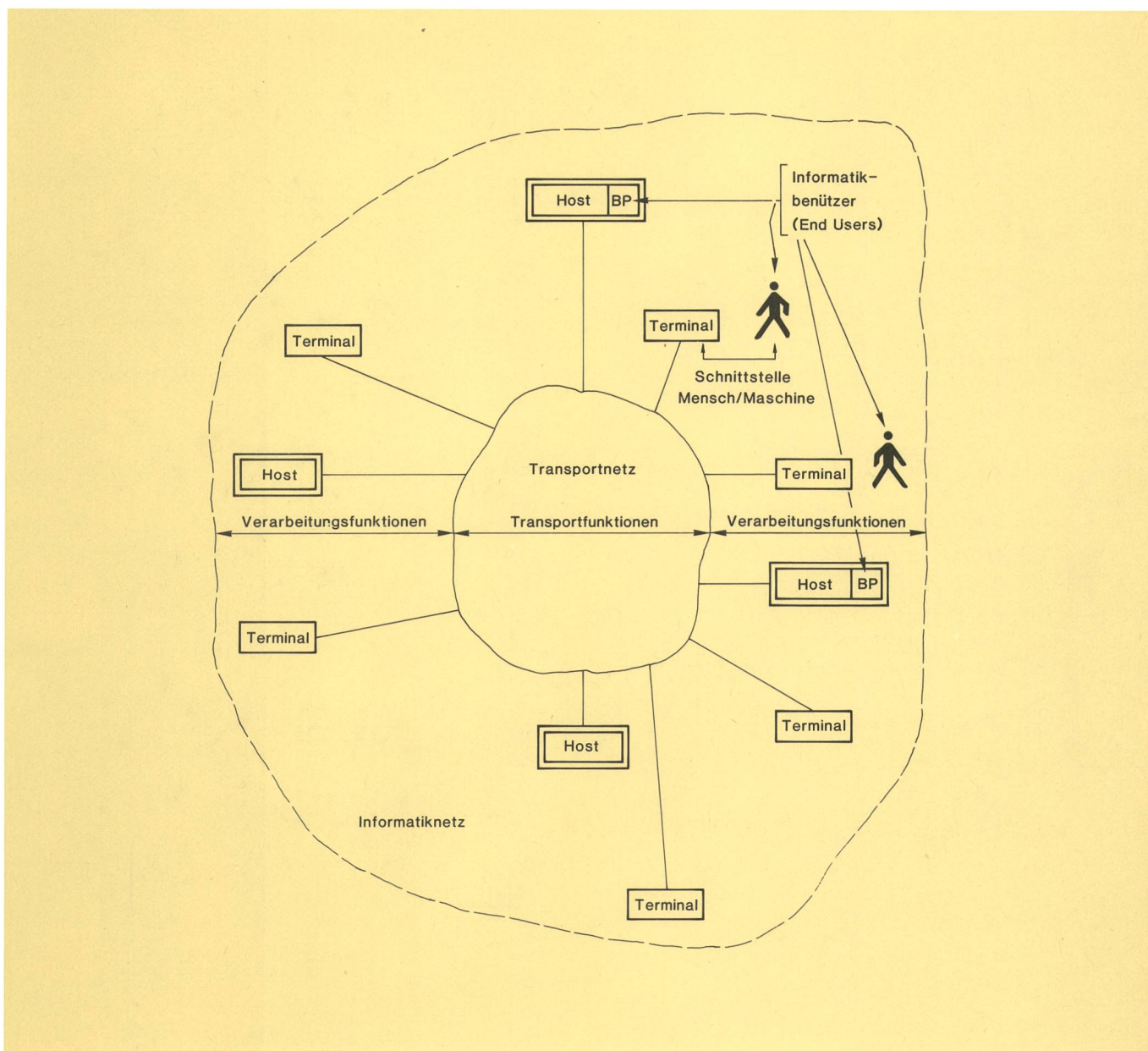


Fig. 1
Konzept eines Informatiknetzes (Computernetz)
BP Benutzerprogramm oder -Prozess

Mit den Kommunikationskomponenten werden Netze aufgebaut. Die Gesamtheit der durch die Fernmeldeverwaltung bereitgestellten Mittel für die Kommunikation, zusammen mit den Informatiksubsystemen für den Datenaustausch (z. B. Vorrechner), bilden das *Transportnetz*.

Die Teleinformatikbenutzer (end user) verkehren untereinander über das Transportnetz. Ein Benutzer – hier im erweiterten Sinn verstanden – ist die Kombination des Menschen mit einem Terminal oder ein Prozess in einem Rechner. Dieser wird häufig als Host(Dienstleistungs)-Rechner bezeichnet (Fig. 1).

Die Teleinformatikbenutzer bilden zusammen mit dem Netz das sogenannte *Informatiknetz*. Ein Benutzer kann auf einen oder mehrere Hosts zugreifen, und diese können je nach Applikation untereinander verbunden werden.

les équipements de commutation de données, les unités ou frontaux de communication des systèmes informatiques. Il s'agit ici aussi de matériels et de logiciels.

Les composants de communication permettent de réaliser des réseaux. L'ensemble des moyens mis à disposition par l'organisme de télécommunication pour une communication, associés aux sous-systèmes informatiques spécialisés pour l'échange des données (par exemple les frontaux), forment le *réseau de transport*.

Les utilisateurs de systèmes téléinformatiques (end user) communiquent entre eux par le réseau de transport. Un utilisateur, au sens le plus large du terme, peut être soit la combinaison d'un être humain et d'un terminal, soit un processus géré par ordinateur. La seconde combinaison est parfois désignée par le terme de serveur (Host, (fig. 1).

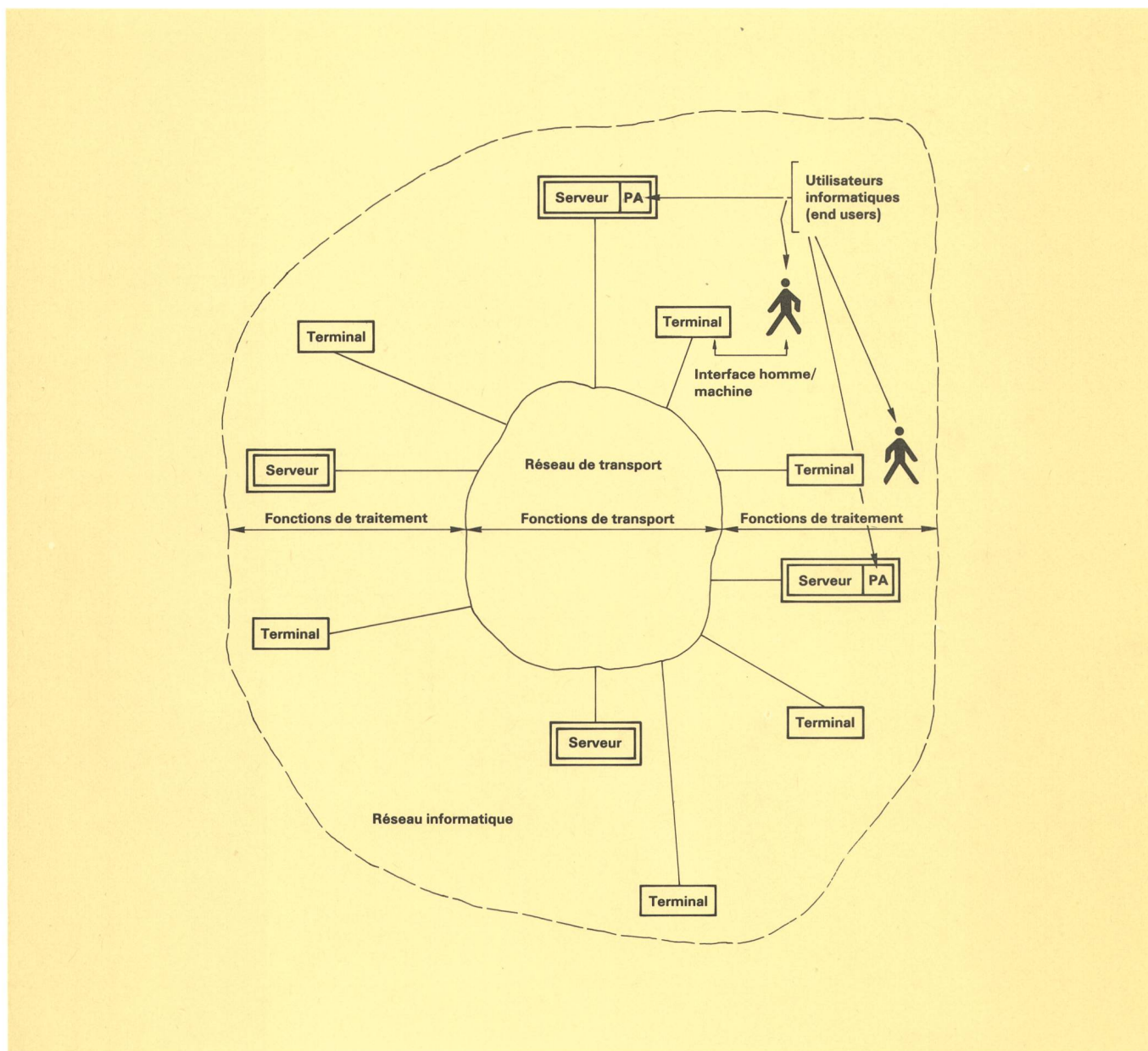


Fig. 1
Conception d'un réseau informatique (réseau d'ordinateurs)
PA Programme ou processus d'application

In diesem Artikel wird das Gewicht nicht auf die Beschreibung der verschiedenen Komponenten gelegt, sondern auf die Beziehungen zwischen den Komponenten sowie die Strukturierung für die Realisierung dieser Beziehungen.

Hier soll nur von den *logischen* Funktionen und Strukturen ausgegangen werden. Die Verteilung der Funktionen auf Soft- und Hardware wird dabei offengelassen. Je nach gewählter technischer Lösung können die verschiedenen industriellen Ausführungen genau der gleichen logischen Struktur entsprechen; dies auch dann, wenn die gewählten physischen Konfigurationen stark voneinander abweichen.

22 Die Notwendigkeit der Strukturierung von Systemfunktionen

Die Funktionen eines Systems müssen häufig aufeinander aufgebaut werden. Die Datensicherungsmethoden bilden z. B. einen Bestandteil der Leitungsprozedur, die ihrerseits wieder nötig ist für die Verwirklichung eines paketvermittelten Dienstes, usw. Die Funktionen können mehr oder weniger komplex sein. Die Durchführung lässt sich durch geeignete Strukturierung vereinfachen, indem die Hauptfunktion in eine Menge einfacherer Unterfunktionen aufgeteilt wird.

Anders betrachtet, verlangt die Kommunikation eine Zusammenarbeit der örtlich getrennten Systeme, deren Funktionen identisch sein oder eine minimale Anzahl gemeinsame Leistungsmerkmale aufweisen müssen.

Damit zwei DTE miteinander kommunizieren können, müssen sie z. B. den gleichen Informationscode oder wenigstens Untersätze davon benutzen. Zwischen den beidseitig beteiligten Komponenten muss eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Symmetrie bestehen.

Der massgebende Punkt bei der Verwirklichung des Informatik-Netzes ist die geeignete Funktionsstrukturierung und die Definition genauer Zusammenarbeitsregeln. Nur so ist ein wirkungsvolles Zusammenwirken zwischen den Komponenten und eine optimale Koordination zwischen den Aufgaben möglich.

Eines der Mittel zur Erreichung einer problemlosen Zusammenschaltung von Komponenten eines Informatiknetzes ist die Verwendung von genau definierten Schnittstellen und Protokollen.

3 Der Begriff «Schnittstelle»

Der Begriff der Schnittstelle wurde in [1] für die Zusammenschaltung einer Datenendeinrichtung (DTE) mit einer Datenübertragungseinrichtung (data-circuit terminating equipment, DCE) eingeführt. Schnittstellen als Trennstellen zwischen Systemkomponenten müssen genau definiert werden. Die Definition von logischen (Funktionen und Prozeduren) und materiellen (mechanischen und elektrischen) Eigenschaften einer Schnittstelle zwischen zwei Komponenten ermöglicht letzteren, eine koordinierte, gemeinsame Aktivität auszuführen. Damit kann ein höheres gemeinsames Ziel (Systemzielsetzung) erreicht werden, das von jeder Komponente allein nicht erfüllt werden könnte.

Les usagers de moyens téléinformatiques et le réseau de transport forment ensemble un *réseau informatique*. Un utilisateur peut accéder à un ou à plusieurs serveurs et les serveurs peuvent aussi être interconnectés entre eux selon les besoins de l'application.

Dans cet article, l'accent n'a pas été mis sur la description des différents composants, mais sur les relations qui existent entre ces composants ainsi que sur la structuration des fonctions servant à réaliser ces relations.

De manière générale, on a considéré les fonctions et les structures *logiques*. La répartition des fonctions entre des moyens matériels et logiciels reste ouverte. Selon les solutions techniques choisies, les réalisations industrielles des fonctions peuvent parfaitement respecter la même structure logique, tout en étant distribuées dans des configurations physiques totalement différentes.

22 Nécessité de structurer les fonctions d'un système

Les fonctions d'un système doivent souvent être harmonisées les unes par rapport aux autres. Les méthodes de sauvegarde des données (contrôle d'erreurs) forment, par exemple, un élément constitutif des procédures de liaison, qui sont à leur tour nécessaires pour réaliser un service de commutation par paquets, etc. Chacune des fonctions est plus ou moins complexe. Sa maîtrise peut être facilitée par une structuration fragmentée en un ensemble de sous-fonctions plus simple que la fonction globale.

Vue sous un autre angle, la communication implique la collaboration entre des systèmes distants comprenant des fonctions qui doivent être soit identiques, soit en mesure de présenter un ensemble minimal de caractéristiques communes.

Pour pouvoir communiquer, deux ETTD doivent par exemple posséder un codage identique de l'information ou au moins un sous-ensemble commun. Une symétrie plus ou moins prononcée doit donc être présente entre les composants engagés par les utilisateurs d'une communication.

La clé de la réalisation d'un réseau informatique réside dans une structuration adéquate des fonctions et dans la définition de règles précises de coopération, sans laquelle on ne peut obtenir un interfonctionnement efficace entre les composants et une coordination optimale des activités.

L'application d'interfaces et de protocoles parfaitement définis est un des moyens de réaliser l'assemblage harmonieux des composants d'un réseau informatique.

3 La notion d'«interface»

La notion d'interface a été traitée dans [1] en relation avec l'interconnexion d'un équipement terminal de traitement de données (ETTD) et d'un équipement de terminaison du circuit de données (ETCD). Les interfaces forment les frontières qui doivent être exactement définies entre les composants constituant un système. En spécifiant les caractéristiques logiques (fonctions et procé-

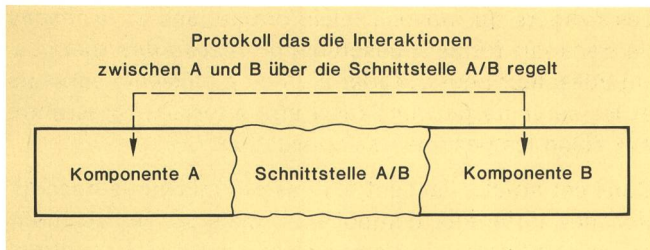


Fig. 2
Protokoll zwischen zwei direkt verbundenen Komponenten

4 Der Begriff «Protokoll»

Damit zwei Komponenten eine gemeinsame Aktivität aufnehmen können, sind ihre Interaktionen mit Hilfe von Vereinbarungen zu regeln. Diese Abmachungen nennt man Protokolle. Ein Protokoll legt fest, wie sich jede Komponente zu verhalten hat, damit das gemeinsame Ziel erreichbar ist.

Bei der erwähnten Schnittstelle tritt das Konzept des Protokolls ebenfalls im Zusammenhang mit dem Funktionsablauf (Prozedur) zwischen den zwei zusammengesetzten Komponenten auf (Fig. 2).

Das Protokollkonzept geht über die Anwendung auf eine Schnittstelle allein hinaus. Es ermöglicht einer Komponente auf eine entfernte wirken zu können, ohne an diese direkt angeschlossen zu sein (Fig. 3).

Im weiteren können die Begriffe Schnittstelle und Protokoll wie folgt unterschieden werden:

- eine Schnittstelle:
 - ist lokal definiert
 - bildet die Trennstelle zwischen zwei direkt verbundenen Komponenten
 - ermöglicht den Informationsaustausch in der Form von physikalischen Signalen oder von logischen Meldungen.
- ein Protokoll:
 - gestattet eine Interaktion zwischen Komponenten die örtlich getrennt sein können
 - funktioniert über eine oder mehrere Schnittstellen
 - erlaubt den Informationsaustausch in der Form von logischen Meldungen.

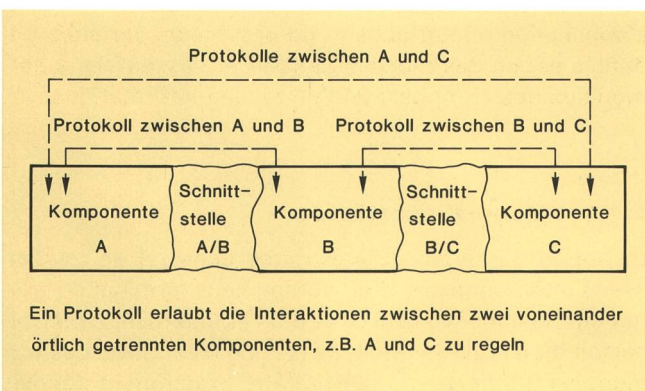


Fig. 3
Protokoll zwischen zwei voneinander entfernten Komponenten

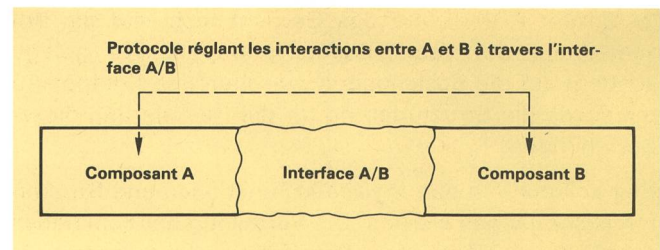


Fig. 2
Protocole entre deux composants directement connectés

dures) et matérielles (spécifications mécaniques et électriques) d'une interface entre deux composants, on fixe les conditions présupposant une activité coordonnée. Cela représente un objectif commun d'ordre supérieur (le but du système), qui ne pourrait être atteint par les composants pris individuellement.

4 Notion de protocole

Pour que deux composants puissent réaliser une activité commune, leurs interactions doivent être réglées par un ensemble de conventions. Ces conventions sont appelées protocoles. Un protocole établit quel doit être le comportement réciproque des deux composants pour la réalisation de l'objectif commun.

Dans la notion d'interface citée plus haut, le principe de protocole intervient également en relation avec la procédure fonctionnelle entre les deux composants interconnectés (fig. 2).

Le concept de protocole peut être généralisé au-delà de l'interprétation de la notion d'interface. Il permet à un composant d'agir sur un composant distant auquel il n'est pas directement connecté (fig. 3).

Par ailleurs, les notions d'interface et de protocole se distinguent l'une de l'autre par les caractéristiques suivantes:

- Une interface:
 - est définie localement
 - constitue la jonction entre deux composants directement interconnectés
 - permet l'échange d'informations sous la forme de signaux physiques ou de messages logiques.

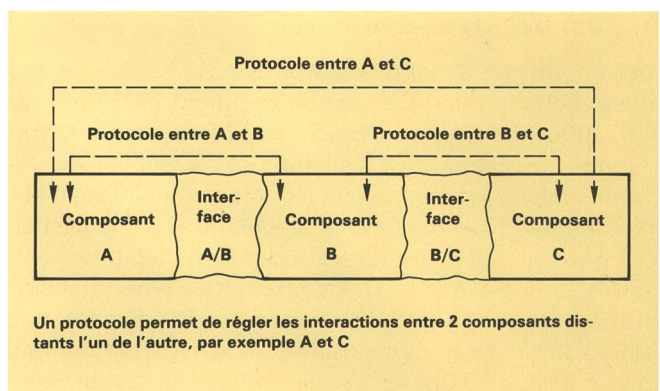


Fig. 3
Protocole entre deux composants distants

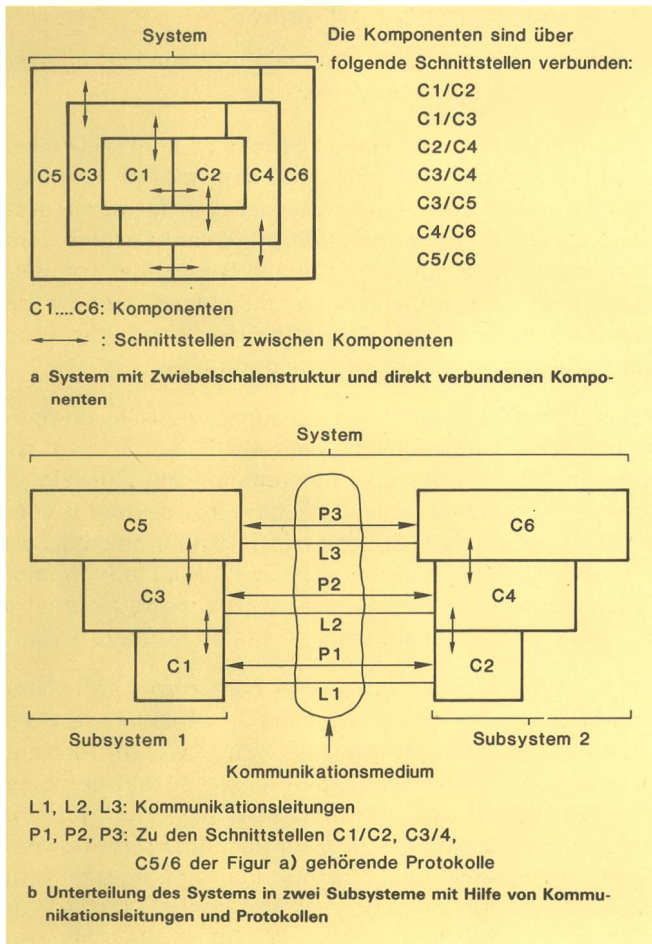


Fig. 4 Systemstrukturierung mit dem Zwiebelschalenkonzept

5 Organisationsformen der Systeme im Zusammenhang mit Schnittstellen und Protokollen

Damit ein komplexes System beherrscht werden kann, muss es in verschiedene Subsysteme strukturiert werden, die ihrerseits mehrere Komponenten enthalten können. Dies führt zur Definition von mehreren Schnittstellen und Protokollen.

Zwei Organisationsformen sind möglich, um ein komplexes System zu strukturieren:

- die hierarchische Form im Sinn einer «Zwiebelschalenstruktur»
- die sequentielle Form im Sinn einer «Kettenschaltungsstruktur»

Beide Formen können innerhalb eines Systems kombiniert werden.

Ein anderes wichtiges Strukturierungsprinzip ist die «End-zu-End-Steuerung», dank der eine Komponente am einen Ende der Kette auf die Komponente am anderen Ende wirken kann, und dies über dazwischenliegende Komponenten.

51 Zwiebelschalenstruktur

Das Prinzip der Zwiebelschalenstruktur eines Systems ist in *Figur 4a* dargestellt.

– *Un protocole:*

- permet une interaction entre composants qui peuvent être *distants*
- fonctionne par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs interfaces
- permet l'échange d'informations sous la forme de messages *logiques*.

5 Formes d'organisation des systèmes en relation avec les interfaces et les protocoles

Pour maîtriser un système complexe, on le subdivise en un certain nombre de sous-ensembles pouvant à leur tour comprendre plusieurs composants, d'où la nécessité de définir plusieurs interfaces et protocoles.

Pour structurer un système complexe, on peut appliquer deux formes d'organisation:

- l'organisation hiérarchique en forme de «pelure d'oignon»
- l'organisation séquentielle en «cascade»

Les deux formes peuvent être combinées à l'intérieur d'un système.

Un autre principe important de cette structure est la «commande de bout en bout», grâce à laquelle un composant situé à l'extrémité d'une chaîne peut agir sur les composants de l'autre extrémité et sur ceux qui se situent sur le trajet intermédiaire.

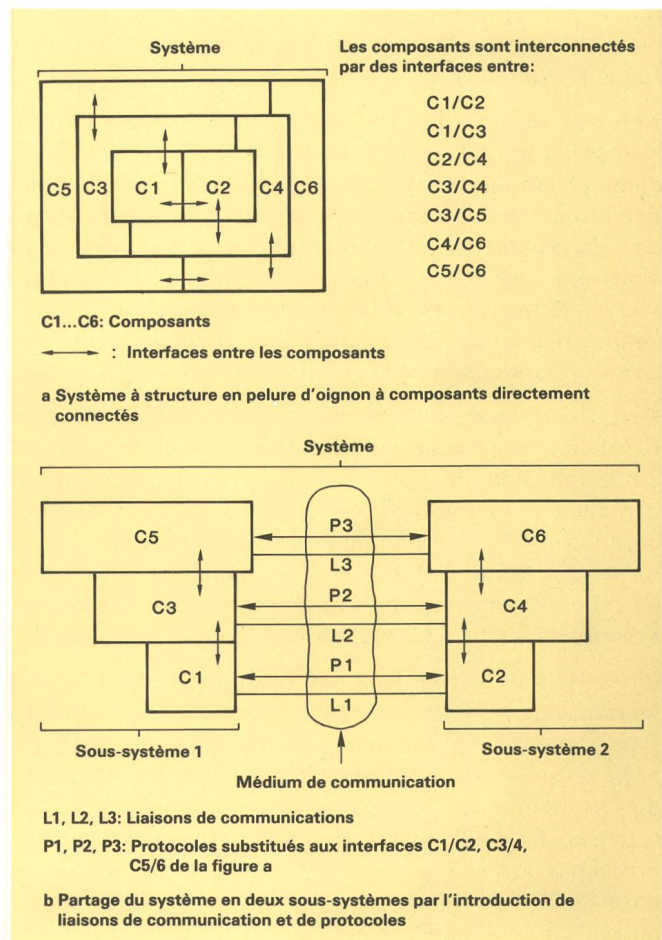


Fig. 4 Structuration d'un système par le concept de la «pelure d'oignon»

51 Structure en pelure d'oignon

Le principe de la structure en pelure d'oignon d'un système est illustré à la *figure 4a*.

Si les composants de chaque couche ne sont pas directement interconnectés, mais que des voies de communication relient deux sous-systèmes pour former le système complet, la configuration précédente évolue vers la structure de la *figure 4b*. Chaque composant communique avec son correspondant distant par la voie de communication qui lui a été attribuée et par le recours aux conventions (le protocole) appropriées.

Admettons que, pour l'exemple donné, seuls les composants situés dans la couche centrale C1 et C2 soient reliés entre eux par une voie de communication physique. Il en résulte que les couches extérieures devront recourir aux services de la couche centrale pour pouvoir correspondre par les protocoles P2 et P3 avec leurs homologues distants. La structure décrite peut alors être observée dans l'optique généralisée de la *figure 5*.

Un composant $C'(n)$ est relié au composant partenaire $C''(n)$ par la voie de communication et collabore avec celui-ci grâce au protocole $P(n)$. $C'(n)$ et $C''(n)$ forment avec la voie de communication le composant combiné $C(n)$. Les composants $C'(n+1)$ et $C''(n+1)$ collaborent grâce au protocole $P(n+1)$. Pour échanger des informations, ils doivent avoir recours au composant $C(n)$ auquel leurs messages doivent être confiés. $C'(n+1)$ et $C''(n+1)$, associés au composant $C(n)$, forment le composant d'ordre supérieur $C(n+1)$. Les composants $C'(n+1)$ et $C''(n+1)$ sont pris en sandwich entre $C'(n+2)$ et $C'(n)$, respectivement entre $C''(n+2)$ et $C''(n)$. Pour que le composant $C(n+2)$ puisse être constitué par l'association de $C'(n+2)$, $C''(n+2)$ et $C(n+1)$, avec le soutien du protocole $P(n+2)$, il est donc nécessaire que $C'/C''(n+1)$ utilisent, d'une part, les services de $C'/C''(n)$ et rendent, d'autre part, un service à

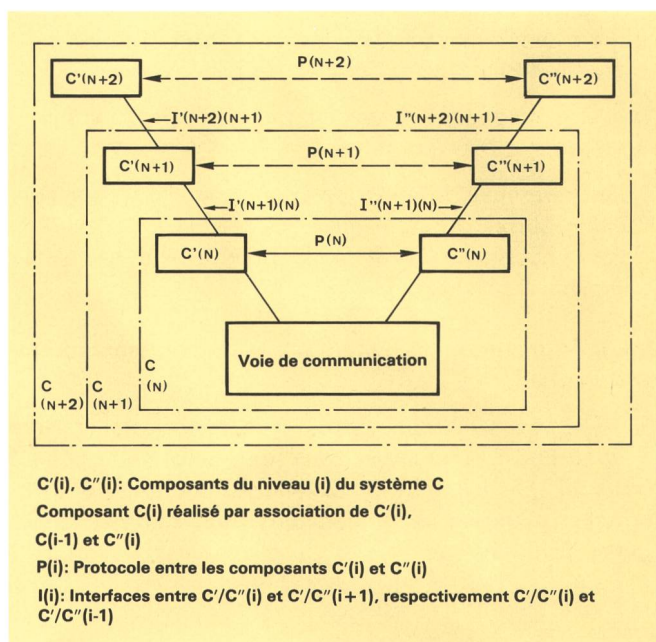


Fig. 5
Structure généralisée de composants interconnectés en pelure d'oignon (hiérarchie de composants et de protocoles)

Fig. 5
Verallgemeinerte Struktur von zwiebelschalenähnlich verbundenen Komponenten (Komponenten- und Protokollhierarchie)

Wenn einerseits die Komponenten jeder Schicht nicht direkt untereinander verbunden sind, aber andererseits Kommunikationskanäle zwischen zwei Subsystemen bestehen, kann ein vollständiges System gebildet werden. In diesem Fall entwickelt sich die Konfiguration zur Struktur der *Figur 4b*. Jede Komponente verkehrt mit ihrem entfernten Partner über den ihr zugeteilten Kommunikationskanal und mit Hilfe von geeigneten Vereinbarungen (Protokolle).

Nehmen wir an, dass im aufgeführten Beispiel nur die Komponenten C1 und C2 in der Zentrumsschicht über einen physikalischen Kanal miteinander verbunden sind, dann folgt daraus, dass die Aussenschichten auf die von der Zentrumsschicht erbrachten Dienste angewiesen sind, um mit ihren entfernten, hierarchisch gleichgestellten Schichten mit Hilfe der Protokolle P2 und P3 verkehren zu können. Die beschriebene Struktur kann dann gemäss Darstellung der *Figur 5* verallgemeinert werden.

Eine Komponente $C'(n)$ ist mit ihrer Partnerkomponente $C''(n)$ über den Kommunikationskanal verbunden und arbeitet mit $C''(n)$ nach Protokoll $P(n)$. $C'(n)$ und $C''(n)$ bilden zusammen mit dem Kanal die kombinierte Komponente $C(n)$. Die Komponenten $C'(n+1)$ und $C''(n+1)$ arbeiten mit Protokoll $P(n+1)$ zusammen. Um Informationen auszutauschen, beanspruchen sie den Dienst der Komponente $C(n)$, der sie ihre Meldungen übergeben.

$C'(n+1)$ und $C''(n+1)$ bilden zusammen mit $C(n)$ die hierarchisch höher gestellte Komponente $C(n+1)$. $C'(n+1)$ und $C''(n+1)$ sind zwischen $C'(n+2)$ und $C'(n)$ bzw. zwischen $C''(n+2)$ und $C''(n)$ eingeklemmt. Damit die Komponente $C(n+2)$ aus der Kombination von $C'(n+2)$, $C''(n+2)$ und $C(n+1)$ mit Unterstützung des Protokolls $P(n+2)$ gebildet werden kann, ist es nötig, dass $C'/C''(n+1)$ einerseits die Dienste von $C'/C''(n)$ benutzen und andererseits einen Dienst für $C'/C''(n+2)$ leistet. Damit wird eine Komponentenhierarchie, der auch eine Protokollhierarchie entspricht, gebildet.

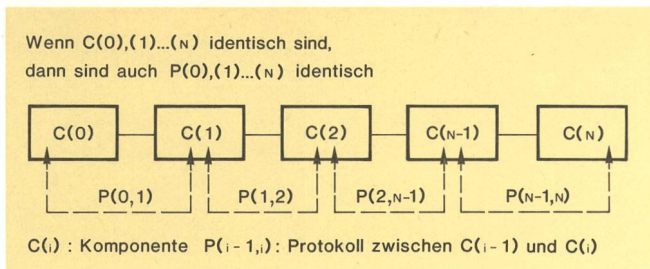


Fig. 6
Kettenschaltungsstruktur für die Zusammenschaltung von Komponenten eines Systems

Eine Komponentenschicht mit ihren Funktionen und mit ihrem Protokoll bildet einen Dienst. Jede Schicht benützt die Dienste der untergeordneten Schichten und bietet den übergeordneten Schichten eigene Dienstleistungen an.

Zwei Subsysteme, die über einen Kanal ein System bilden, sind in hierarchisch organisierte Elemente unterteilt. Jede hierarchische Ebene besteht aus symmetrischen Elementen, die mit Protokollen zusammenarbeiten.

Innerhalb jedes Subsystems verkehren die Komponenten, die zwei verschiedenen, aber direkt gekoppelten Schichten angehören, über Schnittstellen.

Die Schnittstellen werden benützt, um entweder den Informationsaustausch zwischen den direkt gekoppelten Elementen, z. B. $C'(n)$ und $C'(n+1)$, zu ermöglichen oder den Fluss der Protokollmeldungen von einem Element zu seinem entfernten, derselben Schicht angehörenden Partner zu ermöglichen.

52 Kettenschaltungsstruktur

Ein System kann nicht nur durch Zusammenschalten von zwei über einen Kanal Punkt-Punkt-gekoppelten Subsystemen, sondern auch mit einer Kettenschaltung von Subsystemen gebildet werden (Fig. 6). Für jedes benachbarte Komponentenpaar ist ein Protokoll nötig. Die gleichen Protokolle können für die ganze Kette benützt werden, sofern die Komponenten identisch sind.

53 Gemischte Struktur

Zwiebelschalen- und Kettenschaltungsstruktur lassen sich kombinieren. Dies trifft in der Praxis bei Kommunikationssystemen zu. Eine Kette kann aus Komponenten bestehen, die alle die gleiche Anzahl Funktionsschichten besitzen oder Zwischenkomponenten enthalten, die nicht alle höhergestellten Funktionsschichten umfassen. Fig. 7 illustriert die gebräuchlichsten Strukturen. Ein wesentlicher Punkt besteht darin, dass, unabhängig von der Konfigurationsart, Komponenten immer mit Hilfe von Funktionspaaren, die zur gleichen hierarchischen Ebene gehören, zusammenarbeiten.

54 End-zu-End-Steuerung

Eine End-zu-End-Steuerung wird definiert als die Zusammenarbeit von zwei an den beiden Endpunkten einer Kettenschaltung liegenden Komponenten oder von komplex zusammenschalteten Komponenten.

$C'/C''(n+2)$. On a affaire ainsi à une hiérarchie de composants à laquelle correspond une hiérarchie de protocoles.

Une couche de composants avec ses fonctions et son protocole constitue un service. Chaque couche utilise les services des couches inférieures et fournit les prestations de son propre service aux couches supérieures.

Deux sous-systèmes formant un système à travers une voie de communication sont décomposés en éléments organisés hiérarchiquement. Chaque niveau hiérarchique est composé d'éléments symétriques coopérant par un protocole.

Dans chaque sous-système, les composants appartenant à deux couches différentes directement interconnectées communiquent par des interfaces.

Les interfaces servent soit à échanger des informations entre les éléments directement connectés (par exemple $C'(n)$ et $C'(n+1)$), soit à transmettre des messages de protocoles d'un élément vers son homologue distant appartenant à la même couche.

52 Structure en cascade

Un système peut être constitué non seulement par l'association de deux sous-systèmes reliés point à point par une voie de communication, mais également par une cascade de sous-systèmes (fig. 6). Un protocole est nécessaire à chaque paire de composants adjacents. Les mêmes protocoles peuvent être appliqués le long de la cascade si les composants sont identiques.

53 Structures mixtes

Les structures en pelure d'oignon et en cascade peuvent être combinées. C'est généralement le cas pour les systèmes de communication. Une cascade peut comprendre des composants ayant tous le même nombre de couches de fonctions, ou, au contraire, contenir des composants intermédiaires ne contenant pas toutes les couches des fonctions d'ordre supérieur. La figure 7 illustre les structures les plus usuelles. Un point essentiel réside dans le fait que, quelle que soit la configuration, les composants collaborent toujours par paires de fonctions appartenant au même niveau hiérarchique.

54 Commande de bout en bout

On définit une commande de bout en bout comme la coopération de deux composants situés aux deux extrémi-

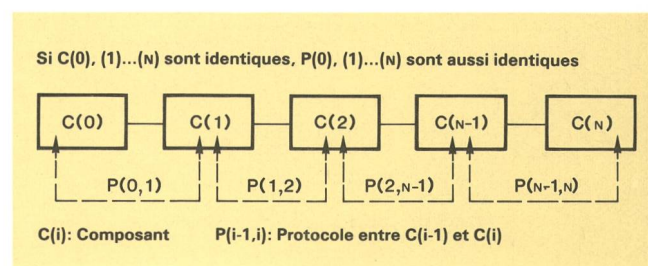


Fig. 6
Structure en cascade pour l'interconnexion des composants d'un système

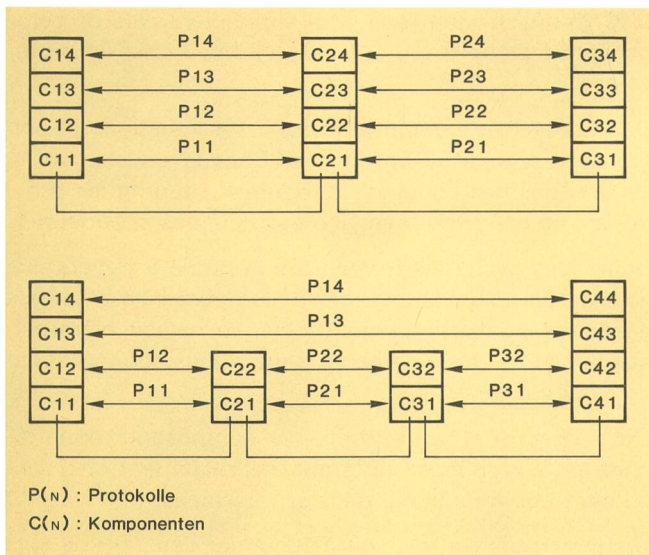


Fig. 7
Beispiele von gemischten Strukturen mit hierarchischen und in Kette geschalteten Komponenten

Die End-zu-End-Steuerung ermöglicht das System global zu steuern. Ein *End-zu-End-Protokoll* regelt die Beziehungen zwischen den Endpunkten (Fig. 8).

Die Maskierung der einzelnen Steuerungen einer Kette oder einer komplexen Zusammenschaltung von Komponenten mit Hilfe einer End-zu-End-Steuerung ist sehr verbreitet. Sie ermöglicht eine geeignete Verteilung der Steuerfunktionen. Bei der Datenkommunikation erlaubt die End-zu-End-Steuerung den Operationsablauf zwischen zwei das Transportnetz benützenden Komponenten gesamthaft zu überwachen und zu steuern.

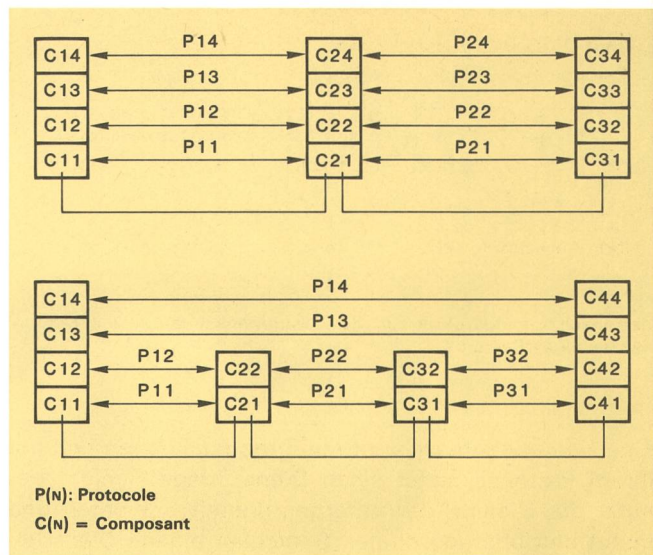


Fig. 7
Exemples de structures mixtes avec composants hiérarchiques et en cascade

tés d'une connexion en cascade ou d'un ensemble complexe de composants.

La commande de bout en bout permet de dominer globalement l'ensemble constitué. Un *protocole de bout en bout* règle les relations entre les deux points d'extrémité (fig. 8).

Le masquage par une commande de bout en bout des commandes isolées composant une cascade ou un ensemble complexe de composants est très largement utilisé. Il permet en effet une répartition adéquate des dispositifs de commande. En communication de données,

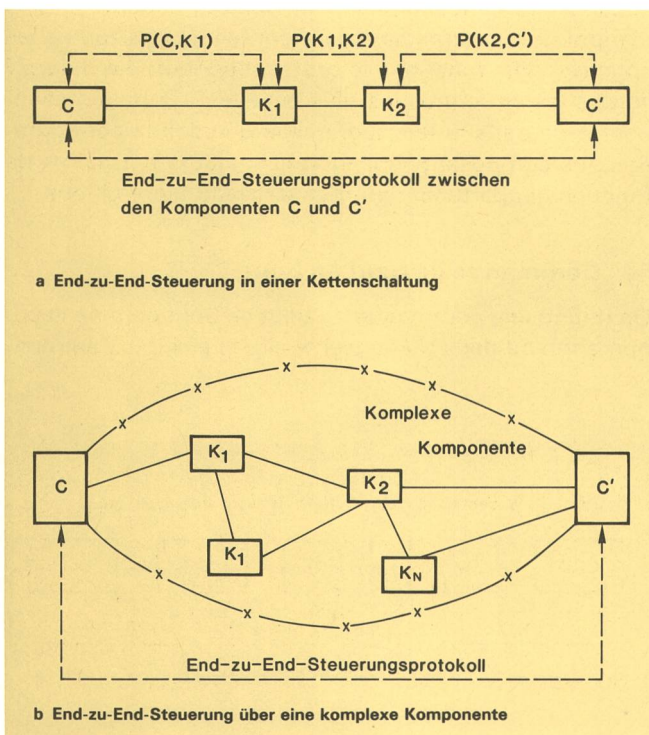


Fig. 8
End-zu-End-Steuerungen und -Protokolle

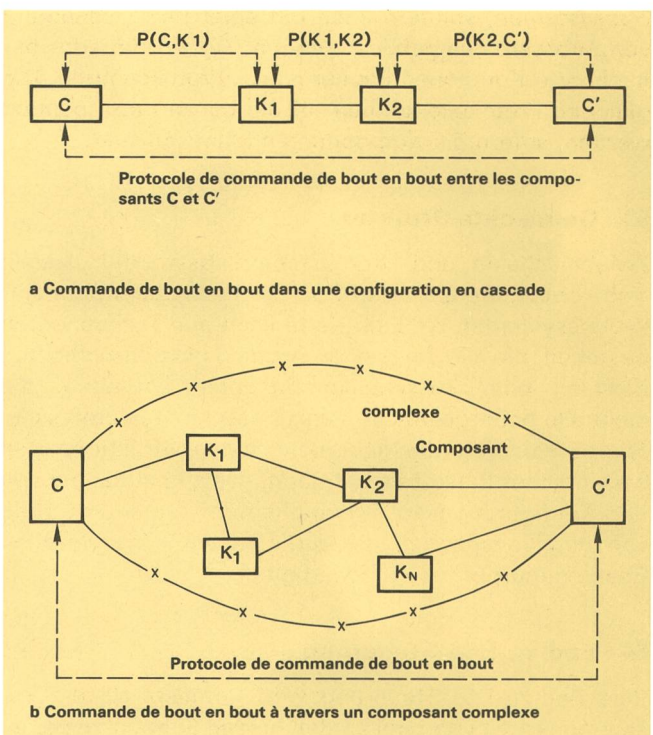


Fig. 8
Commandes et protocoles de bout en bout

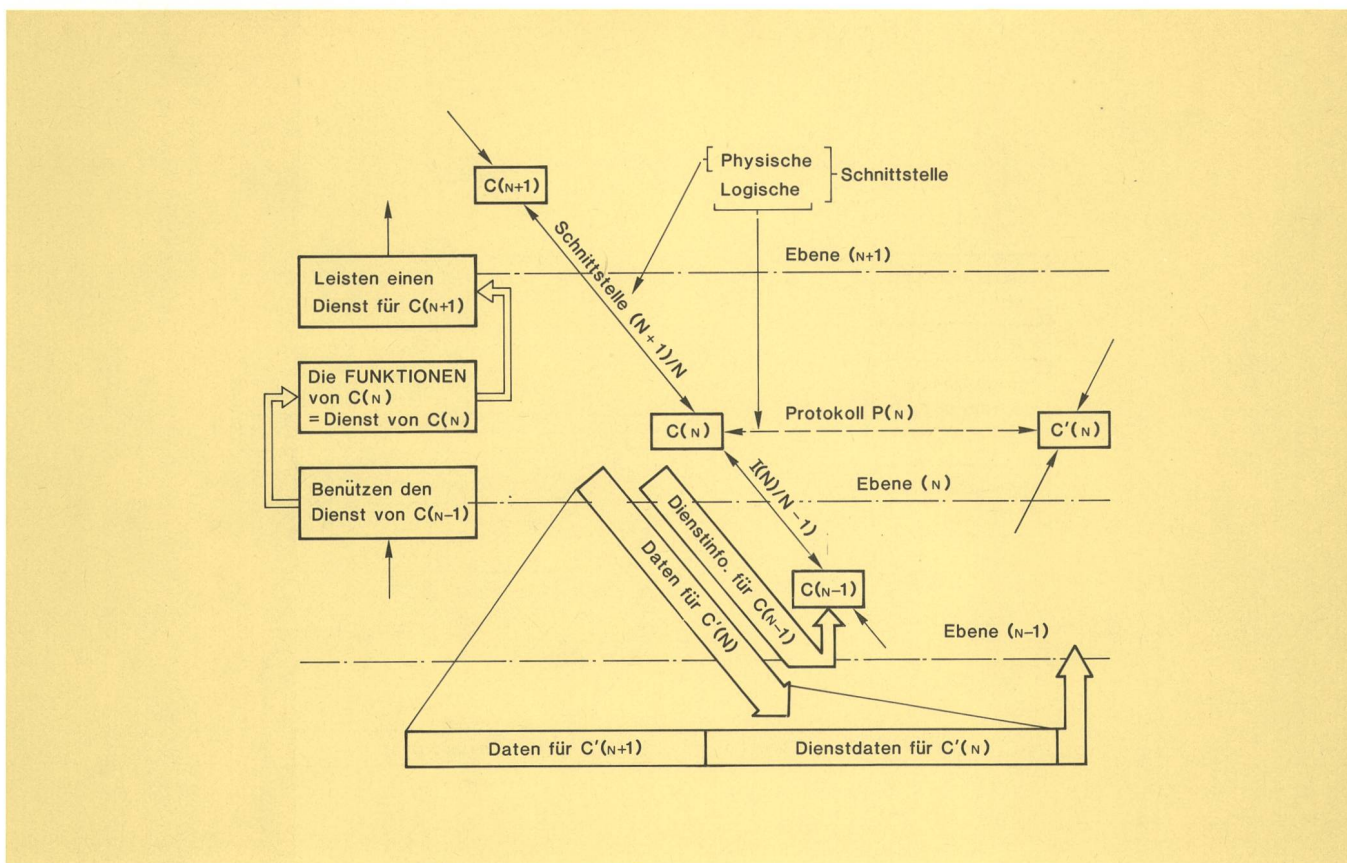


Fig. 9 Informationsaustausch zwischen Komponenten, die einer hierarchischen Struktur angehören

6 Ablauf des Informationsaustausches mit einer hierarchischen Protokollstruktur

Zwei Informationstypen werden zwischen Komponenten ausgetauscht: die *Nutzinformation* (Daten) und die *Dienstinformation* (Befehle und Antworten).

In einer hierarchischen Struktur leistet jede einer bestimmten Stufe (n) angehörende Funktionsschicht einen Dienst für die Schicht der höheren Stufe (n + 1) und benützt die Dienste der darunterliegenden Schicht (Fig. 9). Die Protokolle regeln die Interaktionen zwischen Komponenten, die zur selben hierarchischen Stufe gehören.

Jede Schicht kennt die Merkmale des Dienstes, der von der unteren Schicht geleistet wird, und weiss, was die obere verlangt. Sie kennt aber die genaue Struktur der oberen oder untern Komponente nicht. Der von jeder Schicht geleistete Dienst besteht aus der Gesamtheit von Leistungen, die der oberen Ebene einen erweiterten Dienst – im Vergleich zu dem der unteren – anbietet.

Die Daten und die Dienstinformationen werden lokal von einer Schicht zur anderen eines Systems über Schnittstellen ausgetauscht.

Die *Dienstdaten* bestehen aus Meldungen oder Signalen, die den richtigen Ablauf an der Schnittstelle zwischen zwei Schichten regeln, oder Meldungen, die von der unteren Schicht Ausführungen von Aufgaben verlangen oder die obere Schicht über den Fortschritt oder die Aufgabenerledigung benachrichtigen.

Die *Nutzdaten*, die an der Schnittstelle (n)/(n-1) ausgetauscht werden, enthalten *Steuermeldungen* zur Ausführung des Ebene-(n)-Protokolls, die deshalb zur ent-

une commande de bout en bout permet de superviser globalement le déroulement des opérations entre deux composants utilisant un réseau de transport.

6 Déroulement des échanges d'informations entre composants interconnectés à l'aide d'une structure hiérarchique de protocoles

Deux catégories d'informations sont échangées entre les composants: les *informations utiles* (données) et les *informations de service* (commandes et réponses).

Dans une structure hiérarchique, chaque couche de fonctions (ou composant) appartenant à un niveau déterminé (n) fournit un service pour la couche du niveau supérieur (n + 1) et utilise les services de la couche inférieure (n-1), comme cela ressort de la figure 9. Les protocoles règlent les interactions entre les composants appartenant au même niveau hiérarchique.

Chaque couche connaît la nature du service offert par la couche inférieure et de celui qui est demandé par la couche supérieure. Elle ignore, en revanche, la structure exacte des composants situés au-dessus et au-dessous d'elle. Le service fourni par chaque couche consiste en un ensemble de prestations qui livrent au niveau supérieur un service d'ordre plus élevé (c'est-à-dire amélioré par rapport à celui de la couche inférieure).

Les données et les informations de service sont échangées localement, d'une couche à l'autre d'un sous-système, par l'intermédiaire des interfaces.

Les *données de service* consistent en des messages (ou des signaux) réglant le bon fonctionnement à l'interface

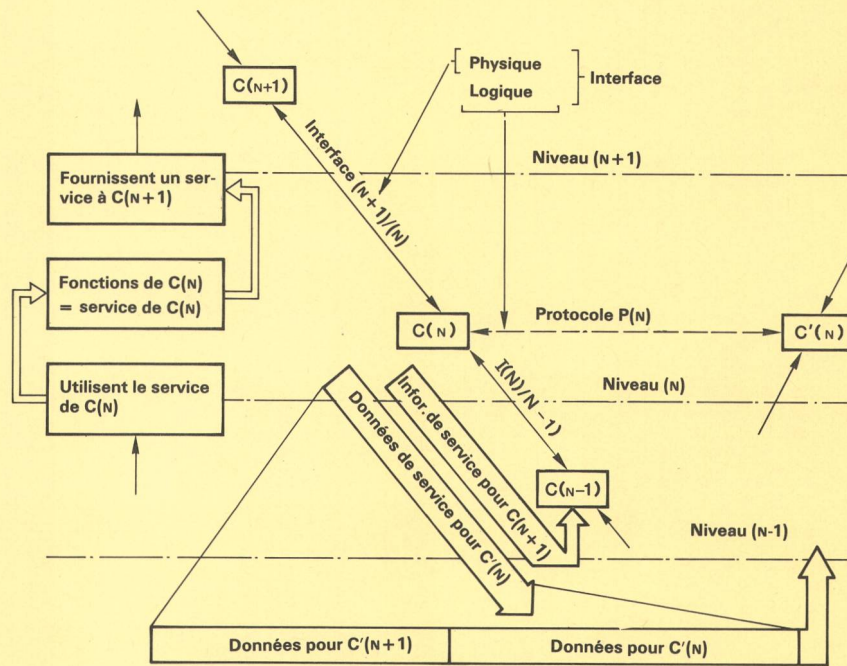


Fig. 9
Echange d'informations entre composants appartenant à une structure hiérarchique

fernten, derselben hierarchischen Schicht (n) angehörenden Komponente übertragen werden müssen. Dazu gehören auch die von der Schicht (n+1) empfangenen *Daten*, die an die Schicht (n+1) des entfernten Systems über die Schicht (n) übermittelt werden. Nach dieser Darstellung besitzt jede zu einer hierarchischen Struktur gehörende Komponente drei Schnittstellen:

- zwei «*physikalische*», d. h. «unmittelbare» Schnittstellen, die die Komponente (n) mit ihren lokalen Nachbarn der unteren Schicht (n-1) und der oberen (n+1) verbinden
- eine *logische* Schnittstelle, die die Komponente mit dem entfernten Partner derselben Schicht (n) mit Hilfe des Protokolls P(n) verbindet.

61 Struktur der Information, die zwischen entfernten Partnern ausgetauscht wird

Die Zwiebschalenstruktur eines Systems führt zu einer ähnlichen Struktur im Format der Information, die durch Protokolle übermittelt wird (Fig. 10a).

Der Inhalt der Datenmeldungen, die eine Komponente einer bestimmten Schicht dem entfernten Partner der gleichen Schicht übermittelt, ist *transparent* für alle unteren Schichten. Das heisst, dass der Inhalt nicht interpretiert wird und nicht verändert werden darf.

Eine Meldung besteht aus drei Teilen: dem Kopf (header), dem Text oder dem Informationsfeld und dem Schlussfeld (trailer). Zu jeder Protokollschicht gehören Dienstinformationen (Befehle oder Antworten), die in ei-

entre deux couches, demandant l'exécution d'une tâche à la couche inférieure, ou encore informant la couche supérieure de l'état d'avancement ou de l'achèvement d'une mission.

Les *données utiles* échangées à l'interface (n)/(n-1) contiennent soit des messages de commande en relation avec l'exécution du protocole de niveau (n) et qui doivent donc être transmis aux composants distants appartenant à la même couche hiérarchique (n), soit des données reçues de la couche (n+1) et qui doivent donc être remises à la couche (n+1) par la couche (n) du système distant.

Dans le contexte présenté, on peut considérer qu'un composant appartenant à une structure hiérarchique possède trois interfaces:

- deux interfaces «*physiques*», c'est-à-dire «immédiates», reliant le composant (n) avec ses voisins locaux appartenant à la couche de niveau inférieur (n-1) et supérieur (n+1)
- une interface *logique*, c'est-à-dire reliant le composant avec le partenaire distant de même niveau (n) opérant par l'intermédiaire du protocole P(n).

61 Structure des informations échangées entre partenaires distants

La structure en pelure d'oignon d'un système conduit à une structure analogue du format des informations échangées grâce au protocole (fig. 10a).

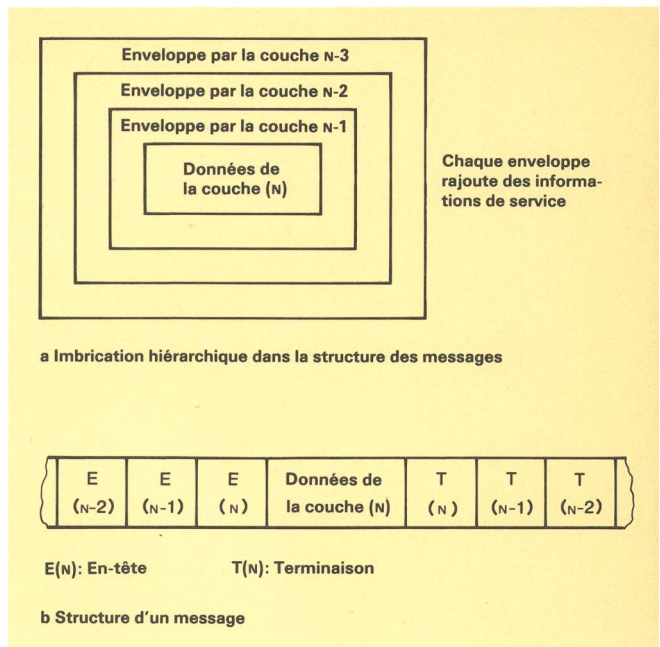
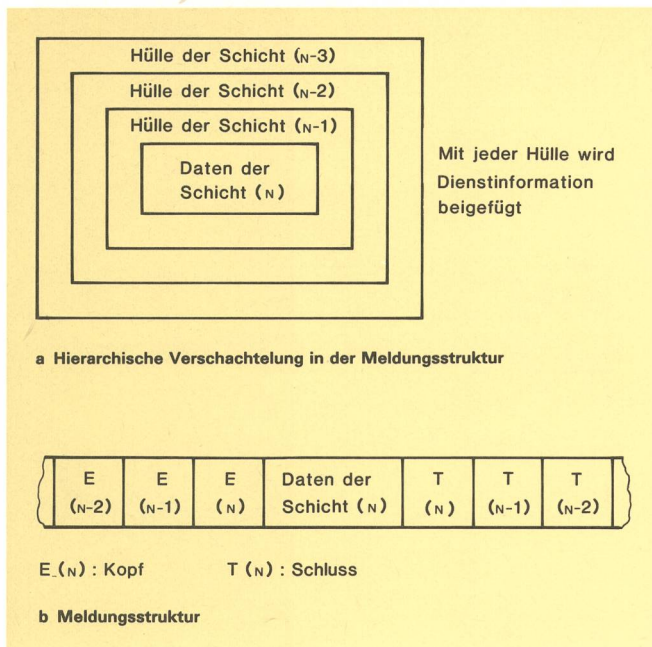


Fig. 10
Meldungsstruktur in einem Dienst mit hierarchischen Protokollen

Fig. 10
Structure des messages dans un service de protocoles hiérarchiques

nem entsprechenden Kopfteil (und möglicherweise auch im Schlussfeld) untergebracht werden (Fig. 10b). Wenn eine Meldung von einer oberen zu einer unteren Schicht wandert, fügt jede durchlaufene Schicht ihre spezifischen Kopf- bzw. Schlussinformationen bei (Fig. 11).

Le contenu des messages de données qu'un composant d'une couche détermine transmet aux partenaires distants de la même couche est *transparent* pour l'ensemble des couches inférieures. Cela signifie qu'il n'est pas interprété et ne doit pas être modifié par celles-ci.

Umgekehrt nimmt beim Durchlauf einer Meldung von unten nach oben jede Schicht die ihr zugehörige Kopf-

Un message est composé de trois parties: l'en-tête (header), le texte ou champ d'informations et le champ

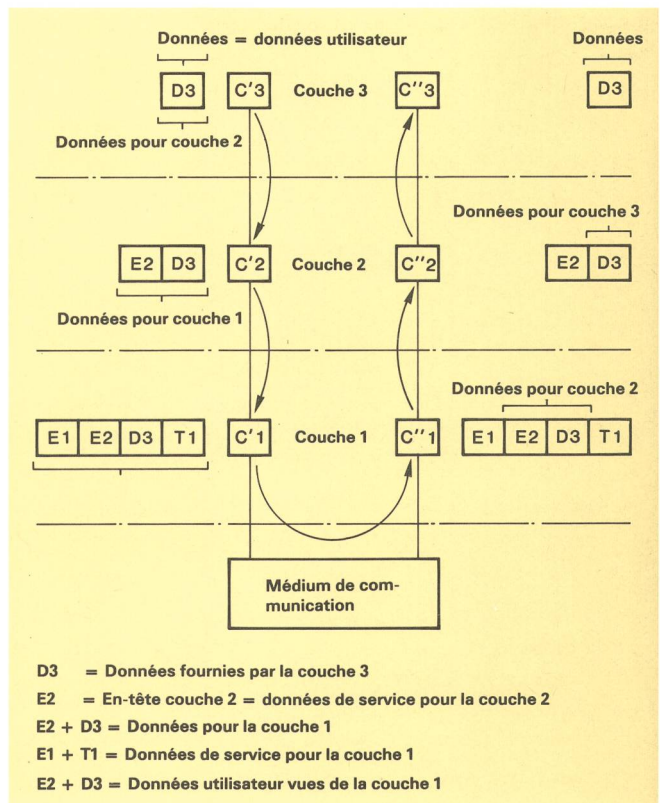
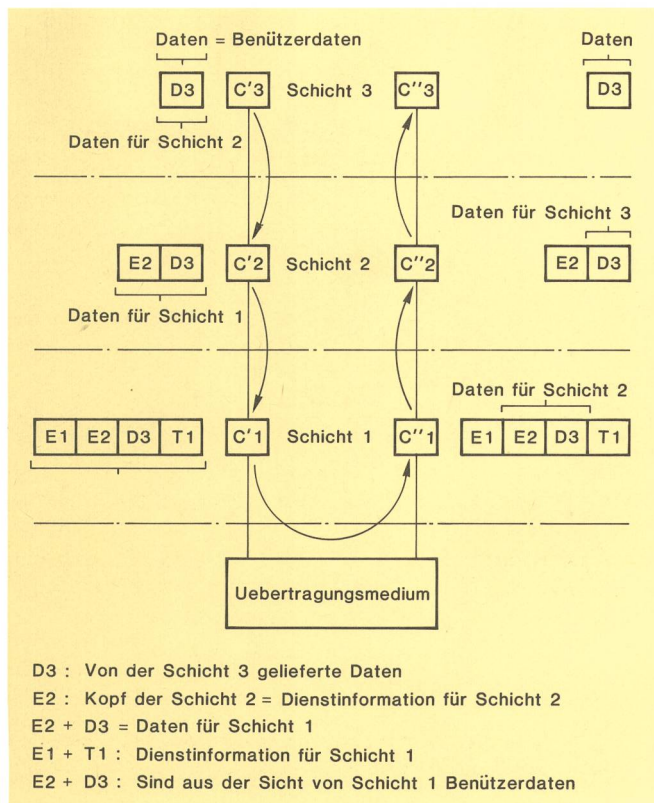


Fig. 11
Hinzufügen und Wegnehmen von Dienstinformation beim Durchlaufen von Funktionsschichten

Fig. 11
Ajout et extraction des données de service par passage à travers les couches de fonctions

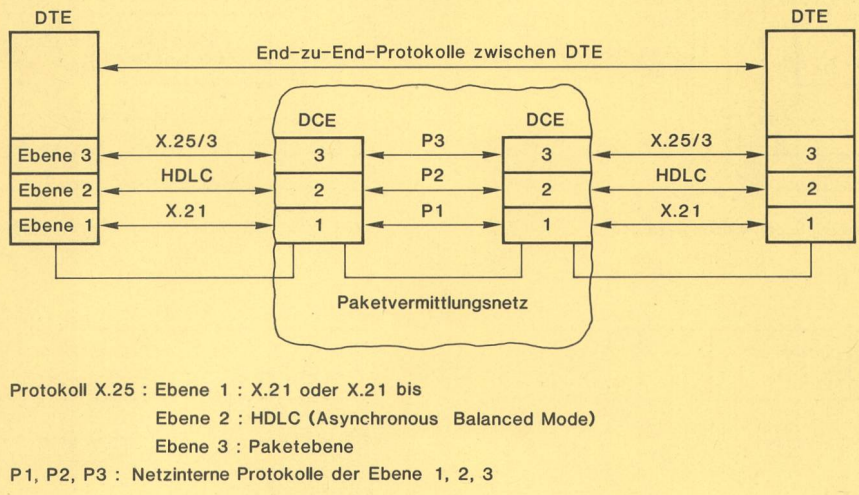


Fig. 12
 Beispiel einer gemischten Struktur (hierarchisch und in Kette): Kommunikation zwischen zwei Datenkommunikationseinrichtungen (DTE) über ein X.25-Netz

und Schlussinformation vor der Übergabe der (übrigbleibenden) Daten an die obere Schicht weg.

Aus Figur 10 ist entsprechend dem vorhin erklärten Prinzip ersichtlich, dass die Verschachtelung der Meldungsstruktur im Vergleich zur Verschachtelung der Komponenten oder zu den hierarchischen Stufen der Protokolle umgekehrt ist. Die äusserste Schale einer Meldung entspricht der tiefsten hierarchischen Stufe. Die Informa-

final (trailer). A chaque couche de protocole appartiennent des informations de service (commandes ou réponses) qui sont intégrées dans un en-tête correspondant (et éventuellement dans un champ final, fig. 10b).

Lorsqu'un message passe des couches supérieures aux couches inférieures, chaque couche traversée rajoute les informations d'en-tête et de terminaison qui lui sont spécifiques (fig. 11). A l'inverse, lors du passage d'un

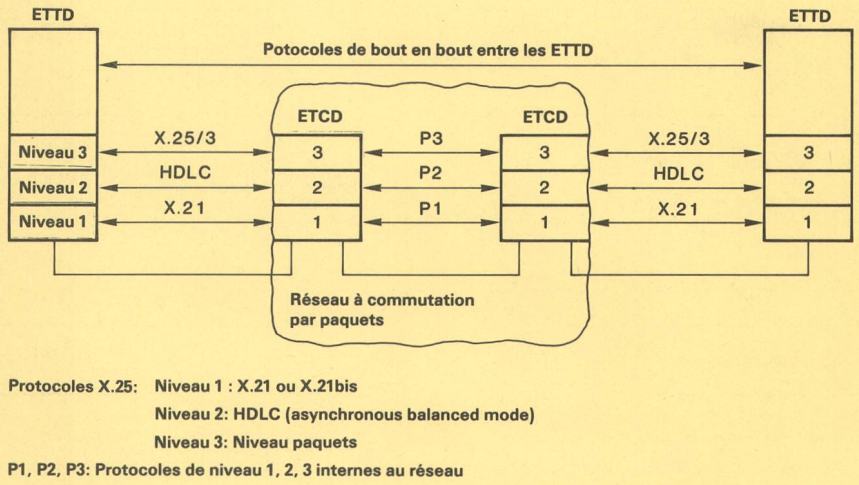


Fig. 12
 Exemple de structure mixte en cascade et hiérarchique: communication entre deux ETTD à travers un réseau X.25

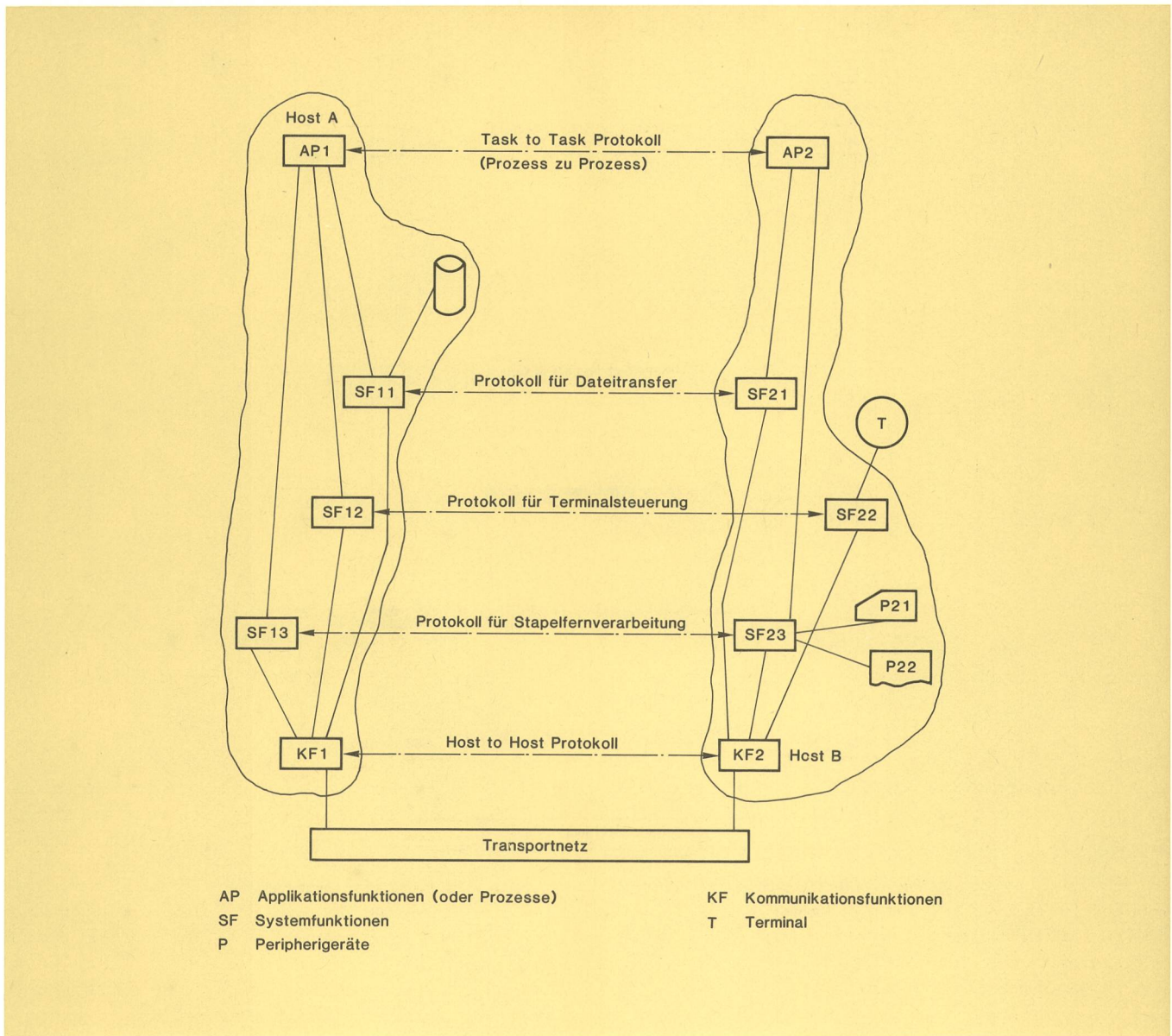


Fig. 13
 Beispiele von Protokollen höherer Stufe (höher als die des Transportnetzes)

tion im Kern einer Meldung entspricht dagegen der höchsten Protokollstufe und regelt die Interaktion mit den Komponenten der äusseren Schale des Gesamtsystems.

7 Protokollbeispiele aus Informatiknetzen

Das Studium der Paketvermittlungstechniken (siehe u. a. [3]) veranschaulicht bereits sehr gut das Konzept der hierarchischen Protokollstruktur (drei Protokollstufen wurden in der CCITT-Empfehlung X.25 festgelegt).

Zwei über ein Netz im X.25-Modus kommunizierende Datenkommunikationseinrichtungen (DTE) verwenden sowohl die Zwiebelschalen- als auch die Kettenstruktur (Fig. 12).

Ein Datenaustausch zwischen DTE setzt neben der eigentlichen Kommunikationsfunktion auch andere Funktionen ein, die auf das benützte Peripheriegerät oder das Terminal und die eigentliche Applikation zugeschnitten sind. Diese Funktionen brauchen auch geeignete Protokolle, damit die DTE richtig zusammenarbeiten können.

message des couches inférieures aux couches supérieures, chaque couche retire les informations d'en-tête et de terminaison qui lui sont propres avant de livrer les données (= les informations subsistantes) à la couche supérieure.

On se rend compte sur la figure 10 que, conformément au principe énoncé ci-dessus, l'imbrication de la structure des messages est inversée par rapport à celle des composants ou à celle des niveaux hiérarchiques des protocoles. L'enveloppe (ou «pelure») la plus extérieure d'un message correspond au niveau hiérarchique le plus bas. En revanche, l'information au cœur du message correspond au niveau de protocole le plus élevé et règle les interactions avec les composants de la «pelure» externe du système global.

7 Exemples de protocoles dans les réseaux informatiques

L'étude des techniques de commutation par paquets (voir notamment [3]) illustre déjà fort bien la conception

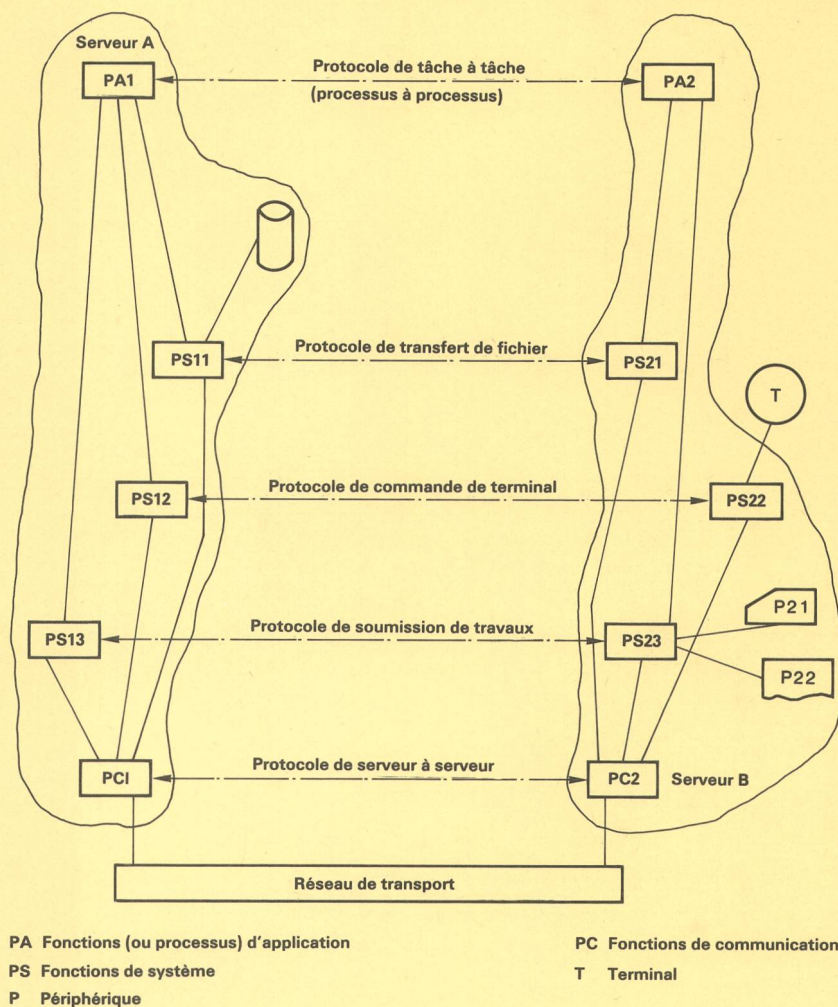


Fig. 13
 Exemples de protocoles de niveaux supérieurs à ceux du réseau de transport

Diese Protokolle erfüllen End-zu-End-Steuerungen, die keinen Eingriff durch die in Kette geschalteten Zwischenstellen des Datentransportnetzes verlangen. Als Beispiel sind Protokolle zu erwähnen, die für einen Datenaustausch oder für eine Stapelfernverarbeitung (remote batch) benötigt werden. *Figur 13* zeigt End-zu-End-Protokollbeispiele im Zusammenwirken mit Datentransportprotokollen. Über die Protokollstruktur, wie sie von der Internationalen Normierungsorganisation ISO für die Definition eines verallgemeinerten Kommunikationsmodells angewendet wird, orientiert der Artikel «Normierung von Protokollen für die Datenkommunikation: Das Referenzmodell von ISO für die Zusammenschaltung von offenen Kommunikationssystemen», der in einer nächsten Nummer erscheinen wird.

Bibliographie

- [1] Jaquier J.-J. Die physikalischen Schnittstellen zwischen Datenendgerät und Datenübermittlungseinrichtung. *Techn. Mitt. PTT, Bern* 63 (1985) 2, S. 46.
- [2] Pitteloud J. Principes de la commutation par paquets. *Output Goldach* 9 (1980) 9, 10, 11, 12; 10 (1981) 2, 3, 4.

d'une structuration hiérarchique des protocoles (trois couches de protocoles ont été fixées dans l'avis X.25 du CCITT).

Deux équipements terminaux de traitement de données (ETTD) communiquant en mode X.25 à travers un réseau mettent en œuvre à la fois le principe de la structure en pelure d'oignon et celui de la structure en cascade (*fig. 12*).

Un échange de données entre ETTD met à contribution, en plus des fonctions strictes de communication, d'autres fonctions spécifiques au type d'équipement périphérique ou terminal utilisé et à l'application elle-même. Ces fonctions demandent, elles aussi, des protocoles appropriés pour une coopération harmonieuse entre les ETTD désirant communiquer. Ces protocoles réalisent des commandes de bout en bout qui ne demandent pas d'intervention par les points intermédiaires en cascade situés dans le réseau de transport de données. A titre d'exemple, on peut citer les protocoles nécessaires à un échange de fichiers ou à une soumission de travaux à distance (remote batch). La *figure 13* illustre

- [3] *Schaeren M.* Datenpaketvermittlung: Voraussetzungen und Grundlagen. Techn. Mitt. PTT, Bern 60 (1982) 1, S. 15.
- [4] *Pitteloud J.* Telepac: Warum und mit welchen Ausrüstungen sich an Telepac anschliessen? Techn. Mitt. PTT, Bern 62 (1984) 3, S. 95.
- [5] *Pitteloud J.* Telepac: Prozeduren und Anschlussparameter. Techn. Mitt. PTT, Bern 62 (1984) 4, S. 120.
- [6] *Burgdorfer F.* Systemkonzept für den Videotex-Betriebsversuch. Techn. Mitt. PTT, Bern 62 (1984) 10, S. 359.
- [7] *Davies D. W., Barber D. L. A., Price W. L., Solomonides C. M.* Computer networks and their protocols. Chichester, 1979.
- [8] *Schicker P.* Datenübertragung und Rechnernetze. Stuttgart, 1983.
- [9] *Jaquier J.-J.* Datenkommunikation. Generaldirektion PTT, Bern, (1985) PTT 89.11.4.

des exemples de protocoles de bout en bout associés aux protocoles de transport de données.

Le sujet des protocoles, en particulier celui des protocoles de bout en bout d'ordre supérieur, sera repris dans l'article «Normalisation des protocoles pour la communication de données: le modèle de l'ISO pour l'interconnexion de systèmes ouverts» qui paraîtra ultérieurement.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

4/86

- | | |
|---------------|--|
| von Allmen R. | Einführung des schnurlosen Telefons
Introduction du téléphone sans cordon |
| Mury R. | Codierverfahren von Sprach- und Musiksignalen und ihre Beurteilung mit Computer |
| Jaquier J.-J. | Normierung von Protokollen für die Datenkommunikation: Das Referenzmodell von ISO für die Zusammenschaltung von offenen Kommunikationssystemen
Normalisation de protocoles pour la communication de données: Le modèle de référence de l'ISO pour l'interconnexion de systèmes de communication ouverts |
| Stadler R. | Teletex und seine Protokolle |
-