

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	60 (1982)
<b>Heft:</b>	9
<b>Artikel:</b>	Commutazione a pacchetto di dati : premesse e criteri fondamentali
<b>Autor:</b>	Schaeren, Max
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-876171">https://doi.org/10.5169/seals-876171</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.02.2026

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

# Commutazione a pacchetto di dati: Premesse e criteri fondamentali

Max SCHAEREN, Berna

621.391.3.037.37:621.391.31.06:681.327.8::681.32

## Datenpaketvermittlung: Voraussetzungen und Grundlagen

Zusammenfassung. Die moderne Datenübertragung — im Sinne von Informationsaustausch zwischen Maschinen — hat sich in den letzten Jahren von einfachsten Formen zu sehr umfangreichen und komplexen Netzwerken entwickelt. Internationale Normierungsgremien arbeiten gegenwärtig an universell anwendbaren Regeln und Schnittstellenempfehlungen zur Gestaltung hersteller- und anwenderunabhängiger, offener Datensysteme. Die Paketvermittlungs-technik folgt diesen Regeln und ist geeignet, öffentliche Datenübermittlungsdienste zu schaffen. Die öffentlichen Dienste können als zweckmässiges und kostengünstiges Datentransportmittel vielfältig eingesetzt werden.

## Commutation de données par paquets: Conditions et principes fondamentaux

Résumé. Conçue initialement sous une forme très simple, la transmission de données — au sens d'échange d'informations entre machines — s'est développée au cours de ces dernières années en une configuration de réseaux très étendus et complexes. Des comités internationaux de normalisation élaborent actuellement des règles universelles et des recommandations s'appliquant aux interfaces en vue de la réalisation de systèmes de données ouverts, indépendants des fabricants et des applications visées. La technique de commutation par paquets qui obéit à ces règles permet de créer des services publics de transmission d'informations pouvant être mis à contribution de manières très diverses comme moyen de transport de données approprié et économique.

Riassunto. La trasmissione dei dati moderna, intesa come scambio di informazioni fra diversi impianti, negli ultimi anni ha subito una grande evoluzione, cosicché disponiamo attualmente di reti molto estese e complesse. Organi internazionali incaricati della normalizzazione stanno elaborando ora regolamentazioni e raccomandazioni applicabili universalmente per la strutturazione dei sistemi di dati aperti, indipendenti dai fornitori e dagli utenti. La tecnica della commutazione a pacchetto dei dati si basa su queste regole ed è adatta a creare servizi pubblici per la trasmissione dei dati. I servizi pubblici possono essere utilizzati in modo molteplice come mezzo di trasmissione dei dati pratico ed economico.

## 1 Introduzione

Molto prima del 10 marzo 1876, data in cui Thomas Watson riuscì a udire la voce del suo maestro trasmessa per il tramite del telefono, gli uomini scambiavano già delle informazioni nelle forme più disparate. I fuochi sui promontori, le posizioni delle bandiere, le sequenze di segnali luminosi o d'impulsi elettrici i cui significati prestabiliti dovevano essere conosciuti dallo speditore e dal destinatario, furono i precursori della trasmissione dei dati.

Oggi giorno, per trasmissione di dati s'intende, in senso generalmente più ristretto, lo scambio d'informazioni tra macchine, senza che l'uomo possa controllarne o valutarne istantaneamente l'intelligibilità e la plausibilità. Data la limitata intelligenza delle macchine, le informazioni possono essere costituite solo da sequenze di sì/no elementari.

All'inizio della moderna trasmissione dati propriamente detta — cioè da quando l'*elaborazione* dei dati cominciò a influenzare la società — già si disponeva di una fitta rete mondiale di linee telefoniche. Non stupisce il fatto che da allora queste linee siano state messe a profitto per la trasmissione di dati. A tale proposito si doveva superare un solo ostacolo: la limitata larghezza di banda di un canale per la telefonia non permetteva la trasmissione di sequenze di segnali in corrente continua. Per questo furono sviluppati degli apparecchi atti alla conversione dei segnali digitali dei dati in segnali acustici, mediante la modulazione di una frequenza portante, il cui spettro è compatibile con le caratteristiche di un canale telefonico.

Mediante questi apparecchi — denominati modem — i dati possono essere trasmessi attraverso una linea telefonica qualsiasi, sia connessa in modo fisso che commutata. Tuttavia, questi supporti di trasmissione permettono tassi di bit ristretti, i limiti dei quali, benché non

siano nettamente definiti, si situano a 4800 bit/s per collegamenti commutati e a 9600 bit/s per linee punto-punto [1, 2, 3].

## 2 Mezzi finora disponibili per la trasmissione dei dati

Attualmente le PTT mettono a disposizione dei modem atti alla trasmissione di dati in teleselezione. Gli utenti stabiliscono una normale comunicazione mediante l'apparecchio telefonico e inseriscono quindi il modem. In questo modo essi dispongono di un collegamento trasparente per i dati che offre tuttavia la qualità di trasmissione caratteristica della telefonia ed è pure sottoposto alle tariffe usuali delle conversazioni telefoniche. In parecchi casi queste condizioni sono comunque sufficienti; ad esempio per la trasmissione giornaliera del contenuto di una cassetta a nastro magnetico a un centro d'elaborazione di dati, oppure ancora se le informazioni necessarie al pagamento dei salari vanno recapitate tutte le settimane da parte dell'elaboratore centrale alla stampante di una succursale.

Nel caso in cui non potessero essere ammessi dei tempi di commutazione prolungati, oppure se delle comunicazioni dovessero essere stabilite sovente e per lunga durata, sarebbe necessario l'impiego di una linea individuale fissa e disponibile in permanenza. A tale scopo, le PTT offrono delle linee in locazione. L'utente può procurarsi e gestire un modem appropriato che risponda ai suoi particolari fabbisogni. I prezzi delle linee in abbonamento sono stati stabiliti in modo che a partire da una determinata durata mensile d'utilizzazione risultino più favorevoli dei collegamenti in teleselezione, senza pertanto considerare il tempo effettivo di trasmissione. Queste condizioni incitarono ben presto gli utenti e i loro fornitori d'equipaggiamenti per l'elaborazione

dei dati a ricercare dei mezzi e delle possibilità per l'impiego ottimale delle linee.

### 3 Reti private dei dati

Agli inizi dell'elaborazione dei dati, i calcolatori erano cari. Per questo dovevano essere sfruttati al massimo. Ad esempio l'elaboratore della sede principale, previsto per la contabilità centrale, doveva ugualmente effettuare il calcolo dei salari per le succursali. I dati necessari venivano sovente trasportati da corrieri sotto forma di nastri magnetici o, più tardi, trasmessi elettricamente sulle linee delle telecomunicazioni. Le informazioni provenienti da diverse filiali venivano trattate nei momenti più favorevoli, ad esempio durante la notte, indipendentemente dall'ora in cui erano state recapitate (elaborazione a lotti). La loro trasmissione avveniva in teleselezione o, per grandi quantità di dati, attraverso linee in locazione.

Lo sviluppo evolse però rapidamente. L'intelligenza e la capacità di memorizzazione offerte ben presto dagli elaboratori divenuti sempre più veloci permisero, tramite periferici semplici ed economici, di raccogliere e prelevare i dati immediatamente laddove erano prodotti. Analogamente, i risultati dell'elaborazione poterono essere rapidamente trasmessi ai destinatari. Gli elaboratori risultavano però razionalmente sfruttati solo se le capacità d'elaborazione di parecchi periferici apparivano disponibili simultaneamente. Nacquero così i sistemi di «divisione di tempo» e di dialogo, che permisero all'utente di un terminale di «conversare» direttamente (in tempi reali) con l'elaboratore, nonché di trasmettergli degli ordini per la loro esecuzione immediata. Oggi-giorno, di questi sistemi, comprendenti sovente dei terminali geograficamente distanti, ve ne sono in servizio moltissimi per le diverse applicazioni (*fig. 1*).

Benché elaboratore e terminali siano sovente distanti gli uni dagli altri, non possono comunque essere dissociati. L'elaboratore ospita l'intelligenza dei terminali e trasmette loro la sua capacità di lavoro in modo indiscutibilmente autoritario e gerarchico.

I principi del dialogo sono critici in quanto le risposte risultano differite. In questo caso i collegamenti in tele-

selezione non sono particolarmente idonei, dato il tempo richiesto per la formazione della comunicazione. D'altra parte le linee locate sono costose se si tien conto della quantità effettiva dei dati trasmessi per unità di tempo fra un determinato terminale e l'elaboratore. La soluzione più logica consiste nel collegare parecchi periferici ad un'unica linea e assegnare ad ogni singolo apparecchio la capacità di trasmissione solamente quando lo stesso viene utilizzato. Dato che l'elaboratore dirige tuttavia i suoi terminali è d'obbligo assegnargli pure la gestione della capacità della linea. Generalmente tutti i terminali sono invitati ciclicamente dall'elaboratore a trasmettere i loro dati. Quest'autorizzazione si applica a un pacchetto di una data lunghezza massima, ciò che impedisce a un apparecchio qualsiasi di bloccare la linea. Questo principio è detto «chiamata selettiva» o «polling».

Il compito di gestione delle linee non è comunque ancora adempito. Nelle grandi reti, ma anche laddove le attività quotidiane di interi settori commerciali non potrebbero essere garantite senza l'ausilio dell'elaborazione a distanza dei dati, la sorveglianza delle linee, dei modem ecc. diventa una necessità inderogabile. In caso di guasti bisogna prevedere degli itinerari d'aggiramento e dei circuiti di riserva. I carichi di traffico, i tempi di risposta ecc. devono essere misurati e registrati al fine di permettere l'adozione di misure preventive atte ad assicurare la disponibilità della rete. Queste incombenze sono oggi affidate a degli elaboratori per le telecomunicazioni chiamati «elaboratori filtro» (front end processor). Questi, assicurano in modo indipendente lo scambio corretto e ordinato delle informazioni con i terminali interconnessi e sono collegati all'elaboratore principale tramite un bus d'entrata-uscita d'elevate prestazioni. I dati vengono trasferiti a blocchi su questo bus e sono provvisti dell'indirizzo del destinatario, indipendentemente dalle caratteristiche dei terminali interconnessi e delle linee utilizzate. I blocchi pervengono e partono verso i diversi terminali secondo una sequenza qualunque. Essi sono registrati nella memoria-tampone dell'elaboratore filtro e vengono emessi alla prossima occasione.

Una nuova fase di sviluppo è iniziata qualche anno fa. I fabbricanti d'elaboratori progettarono un'architettura standardizzata per la costituzione di reti dati indipendenti dal modo d'impiego, la cui caratteristica principale risiede nella stretta separazione fra le funzioni d'elaborazione dati (applicazioni) e quelle della loro commutazione (trasporto, telecomunicazioni). I nuovi procedimenti di trasmissione che ne fanno parte permettono un miglior sfruttamento dei mezzi delle telecomunicazioni. Sono disponibili intere famiglie d'apparecchi provvisti di una «software» adeguata alle strutture normalizzate. Essi sono pure indicati per la realizzazione di grandi reti e soprattutto di quelle comprendenti parecchi ordinatori. Gli elaboratori filtro utilizzati finora possono divenire delle vere e proprie centrali indipendenti per la comunicazione dei dati [4]. La configurazione tipica di una tale rete è proposta nella *figura 2*. Lo «SNA» (System Network Architecture) dell'*IBM* è indubbiamente il sistema d'architettura di rete più conosciuto gestito da un'industria del ramo [5].

Nel corso degli sviluppi dell'elaborazione dei dati e dell'architettura delle reti, i diversi fabbricanti hanno ge-

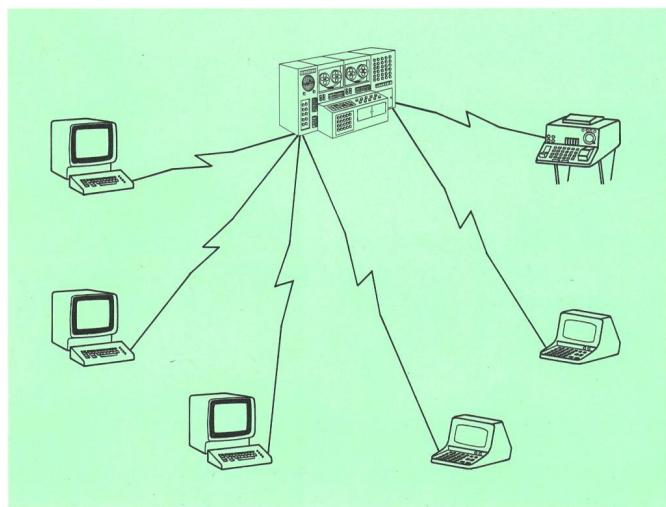


Fig. 1  
Rete a divisione di tempo con terminali decentralizzati

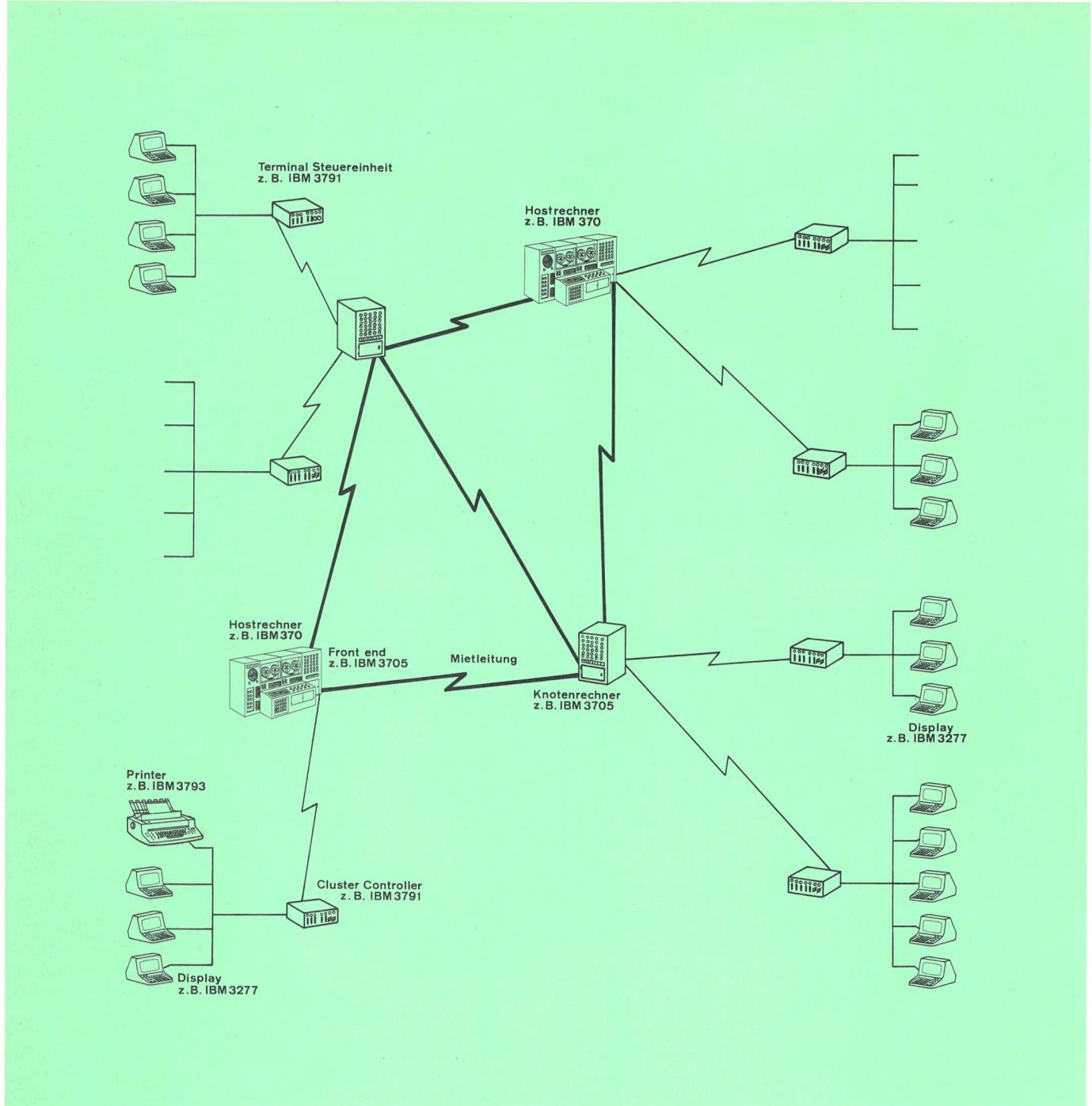


Fig. 2

Rete di comutazione dati privata, ad esempio secondo l'architettura della rete SNA dell'IBM

Terminal-Steuereinheit, zum Beispiel IBM 3791 — Unità di comando per terminali ad esempio IBM 3791

Front end, zum Beispiel IBM 3705 — Processore filtro ad esempio IBM 3705

Hostrechner, zum Beispiel IBM 370 — Elaboratore Host, ad esempio IBM 370

Printer, zum Beispiel IBM 3793 — Stampante, ad esempio IBM 3793

Cluster controller, zum Beispiel IBM 3791 — Controllo di grappoli di terminali, ad esempio IBM 3791

Display, zum Beispiel IBM 3277 — Terminale video, ad esempio IBM 3277

Knotenrechner, zum Beispiel IBM 3705 — Elaboratore del nodo di commutazione, ad esempio IBM 3705

Mietleitung — Linea in locazione

neralmente badato accuratamente che solo i propri apparecchi (o quelli di ditte a loro gradite) potessero comunicare tra loro. In questo caso trattasi di «reti chiuse» che autorizzano le comunicazioni solo entro i loro limiti. L'utente non può quindi collegare un terminale di un fabbricante qualsiasi al suo elaboratore o mettere in contatto quest'ultimo con il suo omologo installato presso un partner commerciale.

Quando lo sviluppo dell'elaborazione dei dati a distanza evocato precedentemente procedeva di moto proprio, le PTT si limitavano a offrire delle linee in loca-

zione e dei modem in teleselezione. Solo in questi ultimi tempi si estesero le prestazioni PTT con l'obiettivo di partecipare più attivamente nel campo della trasmissione di dati.

#### 4 Tecnica di commutazione a pacchetti

La storia dello sviluppo della tecnica a commutazione di pacchetti è già stata descritta negli articoli specialistici [6, 7], ragione per cui non verrà più ripresa in questo contesto.

I principi e le idee che reggono questa tecnica coincidono con quelli applicati alle reti private. Effettivamente, le reti comprendenti degli equipaggiamenti di commutazione a pacchetti non solo costituiscono dei sistemi di trasferimento dati universali e indipendenti dalle applicazioni cui sono destinate, ma sono anche previste quali strutture dell'architettura delle reti proprie dei fabbri- canti.

La tecnica a commutazione di pacchetti presenta tre caratteristiche importanti

- utilizzazione ottimale delle vie d'istradamento
- «bit rate» individuale
- elevato grado d'immunità concernente gli errori d'istradamento e le disfunzioni dei canali di comunica- zione

La centrale a commutazione di pacchetti riceve i dati a blocchi, — ognuno dei quali è provvisto di un'identifica- zione che, alla formazione della comunicazione, è attribuita al destinatario — li memorizza momentaneamente indi li avvia non appena possibile, cioè quando è disponibile la capacità di trasmissione. Questo principio non si differenzia sostanzialmente dal sistema MIC. Contrariamente al metodo di lavoro ciclico e sincrono del si- stema MIC, la commutazione di pacchetti si effettua però in modo asincrono e l'attribuzione dei blocchi d'in- formazione per una comunicazione determinata è rappresentata da indirizzi invece che dalle posizioni dei ca- nali ripartiti nel tempo. I pacchetti di cui l'inizio e la fine sono segnalati da una serie di bit d'identificazione (flag), vengono inseriti, dopo la loro ricezione, in una coda d'at- tesa da dove vengono prelevati e trasmessi al destinatario. Questo principio comporta un ritardo variabile tra i diversi pacchetti che compongono una comunicazione; ritardo che può essere contenuto entro determinati ter- mini, grazie alla limitazione della lunghezza dei pacchetti stessi.

Le caratteristiche principali del sistema di trasmis- sione a pacchetti impiegato figurano nelle raccoman- dazioni CCITT<sup>1</sup>. Queste ultime si basano sul principio dei «circuiti virtuali». I collegamenti sono stabiliti secondo determinati procedimenti di segnalazione e cioè gli indi- rizzi attribuiti allo speditore e al destinatario sono me- morizzati nella centrale. Queste indicazioni sono mante- nute fino a quando una determinata sequenza di segnali provoca lo scioglimento del collegamento.

Si parla di «circuito virtuale», perché non gli è at- tribuita alcuna capacità di trasmissione, come invece è il caso per i sistemi a commutazione di circuito. La ca- pacità totale di una via di trasmissione è utilizzata in modo dinamico per tutti i collegamenti che l'impegnano. Con- siderando un canale di trasmissione individuale, si rileva come dei pacchetti di parecchie comunicazioni si susse- guono immediatamente. Per questo si parla anche di multiplatore dinamico (fig. 3).

La rete d'interconnessione è così utilizzata nel mi- gliore dei modi. Ciò è comprensibile se si considera che la trasmissione dati deve sempre avvenire secondo una determinata struttura (come d'altra parte è anche il caso

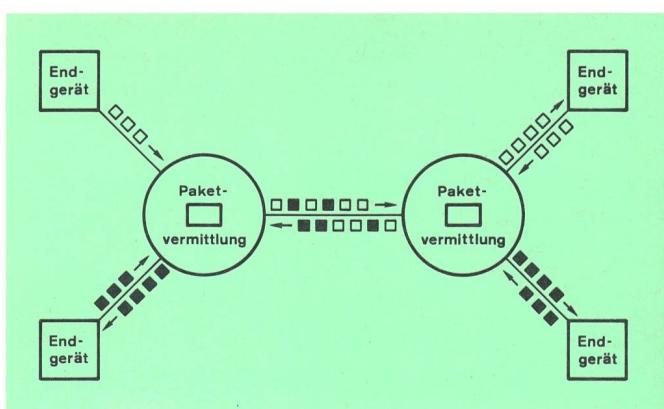


Fig. 3  
Multiplazione dinamica  
Paketvermittlung — Commutazione di pacchetti  
Endgerät — Terminale

per una conversazione telefonica!). La ripartizione delle sequenze di dati in caratteri, in blocchi o in messaggi è inevitabile, per dare la possibilità al ricevente di confermarne l'esattezza. Nessuna macchina trasmetterà delle informazioni ininterrottamente senza assicurarsi che le stesse siano ricevute. Anche se i dati per una determi- nata applicazione devono essere avviati costantemente, i blocchi d'informazione e le pause si susseguono. La multiplazione dinamica approfitta di queste interruzioni per avviare dei blocchi di dati, appartenenti ad altre comunicazioni. Beninteso queste pause risultano più lunghe se i dati provengono da un sistema che fa uso del dialogo. Necessita quindi tener conto del tempo della reazione umana. Degli studi hanno dimostrato che i collegamenti dati, durante il loro esercizio, vengono ef- fettivamente impiegati solo in misura ridotta se rapportata alla loro capacità reale.

L'alto rendimento dei mezzi di trasmissione ottenuto con la tecnica a pacchetti è particolarmente interessante a lunga distanza. Nella rete nazionale del nostro piccolo Paese, le economie realizzabili non saranno pertanto ingenti.

Per la memorizzazione intermedia dei pacchetti presso la centrale di commutazione, il volume fisico bi- nario di trasmissione lato ricezione e lato emissione sono indipendenti l'uno dall'altro. La sequenza di bit che compongono un pacchetto può essere ricevuta a una velocità limitata e ritrasmessa a una cadenza molto più rapida. Viceversa appaiono dei problemi quando la quantità dei dati ricevuti su una linea rapida è costante- mente superiore a quella che può essere ritrasmessa su una linea lenta. Per evitare il trabocco della memoria, il sistema a commutazione di pacchetti è dotato di un di- spositivo di «controllo del flusso», che permette al rice- vitore di «frenare» l'emettore. Non è quindi la velocità di trasmissione (bit/s) che diminuisce, bensì la quantità ef- fettiva dei dati trasmessi nell'unità di tempo (pacchet- ti/s) o meglio detto viene ridotta la capacità di trattamen- to (throughput). La capacità utile di trasmissione tra due terminali non può mai essere superiore a quella delle linee più lente. Inoltre, se necessario, il terminale può frenare la capacità di trattamento. Il dispositivo di controllo del flusso assicura pure lo scambio di infor- mazioni tra apparecchi aventi delle capacità binarie diverse.

Le raccomandazioni CCITT considerate prevedono di- versi modi suscettibili d'assicurare una esigua probabi-

<sup>1</sup> CCITT = Comitato Consultativo Internazionale Telegrafico e Tele- fono

lità d'errore nella trasmissione dati. Ogni pacchetto contiene una sequenza di controllo della lunghezza di 16 bit. Questa è rappresentata da un algoritmo formato secondo il metodo di controllo della ridondanza ciclica (cyclic redundancy check) ed è controllata dal ricevitore. I pacchetti contenenti degli errori vengono ritornati e devono essere nuovamente trasmessi. Grazie a questo metodo, il tasso d'errore è inferiore a un carattere su  $10^{12}$  caratteri (byte) trasmessi. Il principio dei circuiti virtuali assicura pure che l'ordine dei pacchetti (e naturalmente dei bit che li compongono) sia salvaguardato lungo l'intero collegamento. Ciò vuol dire che i pacchetti sono forniti al loro destinatario nell'ordine esatto in cui sono stati proposti alla centrale di commutazione per la loro spedizione.

Con questo, una rete comprendente delle centrali a commutazione di pacchetti, presuppone che diverse funzioni importanti per la trasmissione dati vengono realizzate a livello degli equipaggiamenti privati dell'abbonato, in particolare se lo stesso usufruisce di un collegamento sulla rete telefonica o di una linea noleggiata.

## 5 Interfacce per la connessione dei terminali

Le raccomandazioni del CCITT più importanti concernenti le reti a commutazione di pacchetti sono indubbiamente quelle riguardanti le interfacce per la connessione dei terminali. Per «terminale» s'intende in questo contesto, qualsiasi tipo d'equipaggiamento e d'apparecchio che un abbonato può collegare alla rete pubblica dei dati. Trattasi di terminali individuali (ad esempio degli apparecchi video), di unità di comando dei terminali (che controllano «grappoli» interi di terminali), di piccoli elaboratori ma anche d'installazioni complete per l'elaborazione dei dati (centri d'elaborazione) [8].

Grazie all'enorme lavoro e agli sforzi profusi da alcuni specialisti fu possibile, durante la penultima sessione di studio del CCITT, nel quadro della commissione VII, di proporre le raccomandazioni per la connessione di terminali in tecnica a pacchetti. La relativa raccomandazione, designata X.25, è stata revisata nel corso dell'ultima sessione di studio e ratificata alla fine del 1980 dall'Assemblea plenaria del CCITT. I lavori per l'allestimento di questa raccomandazione hanno richiesto la modifica strutturale della commissione di studio VII, nella quale gli specialisti d'elaborazione e soprattutto della trasmissione dei dati hanno rimpiazzato gradatamente gli esperti in telegrafia.

La raccomandazione X.25 comprende quattro parti principali (9, 10). La prima prescrive i parametri meccanici ed elettrici dell'interfaccia tra l'equipaggiamento terminale d'elaborazione dati (DTE — Data Terminal Equipment) ed il circuito di terminazione dei dati (DCE — Data Circuit Terminating Equipment). Il DCE non è specificato nel dettaglio; assume però anche le funzioni di modem e cioè adatta i segnali digitali alle esigenze della tecnica di trasmissione delle linee di connessione.

La seconda parte della raccomandazione X.25 definisce il comando della linea (sovente chiamato protocollo o procedimento di linea). Essa prescrive la struttura del flusso dei dati e inoltre come procedere per evitare delle limitazioni nelle sequenze dei bit, come sorvegliare la trasmissione e correggere gli errori e infine quale procedimento adottare affinché queste funzioni possano rigenerarsi dopo un'interruzione.

La terza parte della raccomandazione stabilisce i formati dei pacchetti e i procedimenti di segnalazione richiesti per effettuare e sciogliere la comunicazione. Inoltre, vi sono descritti il meccanismo di controllo del flusso e, quale caratteristica particolare di questa interfaccia, il procedimento di multiplazione dei collegamenti su un solo canale fisico di trasmissione. La segnalazione e i dati degli utenti impiegano i procedimenti di linea indicati nella seconda parte in quanto a sistema trasparente e a correzione d'errore, per il trasferimento dei singoli pacchetti.

La quarta parte della raccomandazione X.25 tratta le possibilità complementari di connessione, comprese generalmente nell'espressione «servizio all'utenza».

Per ciò che concerne i dettagli relativi all'interfaccia descritto nell'X.25, si consulti la raccomandazione [10] o la relativa documentazione [8, 9]. Alcune caratteristiche indispensabili alla comprensione della tecnica a commutazione di pacchetti sono trattate nel seguito.

## 51 Parametri meccanici ed elettrici

La raccomandazione X.25 del CCITT si basa sull'interfaccia già prevista per la connessione alla rete pubblica dei dati, come definita dalla raccomandazione X.24. Quest'ultima è stata sostanzialmente semplificata rispetto alla precedente V.24, raccomandazione che concerneva l'interfaccia dei modem abituali, in quanto si riferisce a soli sette conduttori (fig. 4). Quale soluzione transitoria, la X.25 autorizza ugualmente l'utilizzazione delle «vecchie» interfacce V.24, in quanto i primi terminali provvisti delle «nuove» X.24 sono disponibili solo ora. Si possono pertanto connettere tutti i terminali esistenti, previsti per i collegamenti tramite modem usuali, alla condizione che funzionino in modo sincrono e duplex e con un flusso di trasmissione normalizzato di 2400, 4800, 9600 o eventualmente 48 000 bit/s.

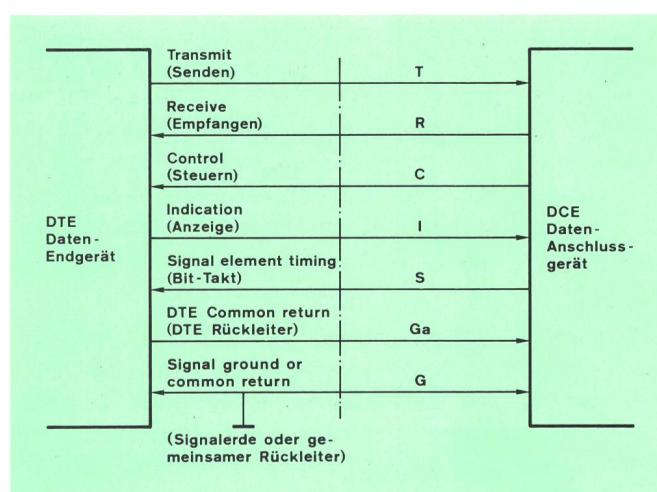


Fig. 4

Interfaccia X.24

DTE Daten-Endgerät — Equipaggiamento terminale per l'elaborazione dei dati

DCE Daten-Anschlussgerät — Equipaggiamento di terminazione del circuito dei dati

Senden — Emissione

Empfangen — Ricezione

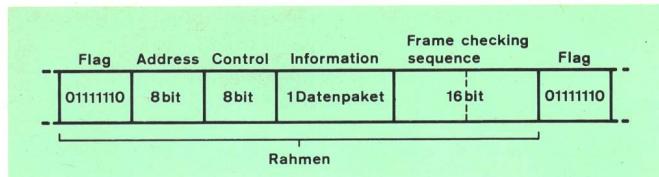
Steuern — Comando

Anzeige — Indicazione

Bit-Takt — Cadenza dei bit

DTE-Rückleiter — Via di ritorno DTE

Signalerde oder gemeinsamer Rückleiter — Terra di segnalazione o ritorno comune



**Fig. 5**  
Formato di trama HDLC

Flag — Bandiera  
Address — Indirizzo  
Control — Comando  
Information — Informazione  
Frame checking sequence — Sequenza di controllo di trama  
Rahmen — Trama  
Datenpaket — Pacchetto di dati

## 52 Procedimento d'accesso al collegamento

Il procedimento X.25 per l'accesso al collegamento non è nuovo. Alcuni anni fa, l'organizzazione internazionale per la normalizzazione (ISO), formata da diversi comitati nazionali, definì una famiglia di procedimenti per la trasmissione dati sulle linee in locazione e in teleselezione, denominata HDLC (*High Level Data Link Control*). Una delle opzioni di questa famiglia è stata scelta quale procedura d'accesso per la X.25, ragione per cui quest'ultima definisce solo quei parametri dipendenti dalle applicazioni previste. Questa procedura d'accesso al collegamento è chiamata LAP B (*Link Access Protocol, Balanced mode*). La sua principale caratteristica è la simmetria concernente i due equipaggiamenti terminali della linea in quanto ambedue godono della stessa priorità; in altre parole, entrambi possono iniziare o terminare la trasmissione, senza sottostare ad alcuna gerarchia prestabilita.

Il LAP B lavora simultaneamente nei due sensi di trasmissione (sistema duplex) con una determinata struttura della trama. L'inizio e la fine di questa sono caratterizzati da una serie di bit di sincronizzazione. Una trama può trasportare *un solo* pacchetto di dati e quattro byte di informazioni di comando.

Le differenti trame sono numerate in modo ciclico e devono essere quietanzate dal destinatario; la quietanza può comunque riferirsi a parecchie trame congiunte. Le trame considerate errate non vengono quietanzate e per questo, devono essere ripetute alla fine della supervisione di tempo (fig. 5).

Il LAP B comprende molte procedure necessarie, affinché dopo la messa in servizio degli apparecchi o in caso di guasto (interruzione della linea, caduta dell'alimentazione, ecc.), tutto il meccanismo di trasporto dei pacchetti riprenda a funzionare normalmente.

È opportuno insistere sul fatto che la procedura d'accesso al collegamento è definita unicamente tra le estremità di un collegamento fisico (in questo caso tra il DTE e il DCE). Questa procedura non deve però essere applicata a un collegamento tra due centrali a commutazione di pacchetti. In tutti i modi, le caratteristiche e i metodi esposti non potrebbero riferirsi a tutti gli elementi che compongono un collegamento stabilito in teleselezione tra due terminali, in quanto, al livello di procedura di linea, una conferma di ricezione potrebbe essere data dal DCE, senza pertanto essere certi che il pacchetto contenuto nella trama pervenga al suo destinatario. L'integrità del messaggio lungo tutto il tragitto da terminale a ter-

minale, deve quindi essere assicurata da protocolli di livello superiore (capitolo 6).

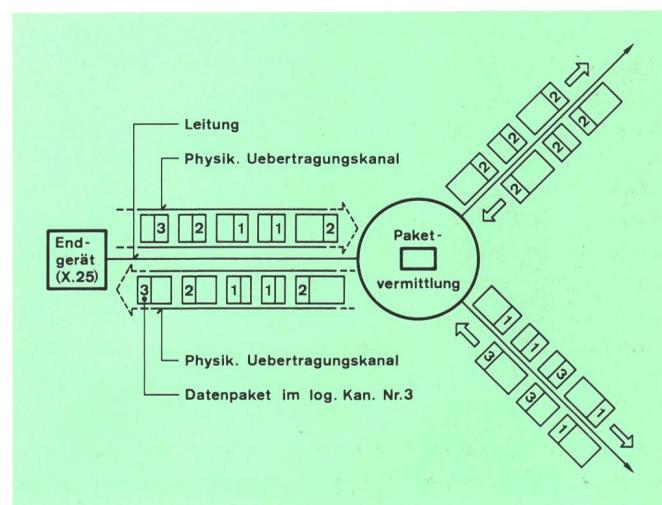
Per questo, la procedura d'accesso LAP B rappresenta un meccanismo di trasporto che garantisce la trasmissione a pacchetti dei dati tra il DTE e il DCE e viceversa. In una certa misura questo meccanismo è paragonabile a un nastro trasportatore provvisto di contenitori per pacchetti, continuamente in funzione.

## 53 Protocollo dei pacchetti

Tutti i pacchetti che sono avviati secondo la procedura d'accesso sopracitata, contengono un numero di 12 bit. I pacchetti aventi numeri uguali fanno parte dello stesso canale logico. Nel nostro caso «canale» comprende le due direzioni di trasmissione. In questo modo si può disporre di 4096 linee logiche attraverso una sola linea di connessione, rispettivamente una sola procedura di linea. I canali o vie sono chiamati «logici» poiché non esistono trame d'istradamento fisse (come nel sistema multiplatore di frequenze o a divisione di tempo), bensì l'elaborazione nel terminale, rispettivamente nella centrale di commutazione subordina e tratta i pacchetti come se fossero disponibili veramente parecchi canali separati (fig. 6).

La possibilità di distinguere parecchie vie logiche permette quindi di stabilire, gestire e sciogliere fino a 4096 circuiti o comunicazioni indipendenti. Per la formazione di ogni comunicazione bisogna perciò selezionare un canale logico disponibile (numero d'assegnazione libero) e occuparlo. Dal punto di vista funzionale, questo procedimento è senz'altro paragonabile a un fascio multiplo di linee di un centralino telefonico.

La formazione e lo scioglimento della comunicazione avvengono come nei sistemi di commutazione abituali. I pacchetti di segnalazione utilizzati per avviare le informazioni di selezione (indirizzo del chiamato) alla centrale, sono definiti nella raccomandazione X.25. La centrale attribuisce allora al canale logico impegnato e per la durata della comunicazione, l'indirizzo del destinata-



**Fig. 6**  
Canali logici  
Endgerät — Terminale  
Physik(alischer) Übertragungskanal — Canale di trasmissione fisico  
Leitung — Linea  
Paketvermittlung — Commutazione a pacchetti  
Datenpaket im log(ischen) Kan(al) Nr. 3 — Pacchetto di dati nel canale logico N° 3

rio; lo stesso non viene pertanto più trasmesso con ogni pacchetto.

Come già citato, le comunicazioni così stabilite sono denominate «comunicazioni virtuali», dato che nessun canale di trasmissione è attribuito in modo fisso e esclusivo. Di conseguenza, sia presso il ricevitore terminale, sia nella rete stessa, la disponibilità di una memoria sufficiente oppure la necessaria capacità di trasmissione per la ricezione e il trasferimento dei pacchetti entranti, non sono sempre assicurate. Il meccanismo di controllo del flusso di dati precedentemente descritto, permette comunque di pilotare l'emettore in modo da evitare il «trabocco» presso il terminale destinatario o nella rete; si esclude così la perdita di pacchetti. Il controllo del flusso agisce separatamente nei due sensi di trasmissione senza influenza reciproca. Un'altra particolarità importante della comunicazione virtuale come definita nella raccomandazione X.25 risiede appunto nel controllo del flusso. Il procedimento di frenaggio è efficace solo per i normali pacchetti di dati. Indipendentemente da questo, si possono avviare sullo stesso circuito virtuale dei «pacchetti d'interruzione» (interrupt packets) che all'occorrenza vengono quietanzati individualmente dal terminale di destinazione. Con questo i terminali dispongono praticamente di una seconda via indipendente dal controllo di flusso, attraverso la quale si possono ad esempio trasmettere degli ordini di comando individuali.

Anche in questo caso è importante riconoscere come il protocollo dei pacchetti e il controllo di flusso vengono definiti sul piano locale, in considerazione delle interfacce tra DTE e DCE. Si hanno tuttavia dei meccanismi analoghi anche all'interno della rete stessa distinti in quanto alla loro realizzazione, ma possibilmente previsti per ogni singola sezione del collegamento (tra due centrali). Ne risulta che la quantità di pacchetti immessi nella rete — e non ancora rimessi al destinatario prima che il controllo di flusso li rifiuti — varia a seconda della struttura della singola rete. Ciò significa che al momento in cui il DTE speditore constata che la rete non accetta altri pacchetti, non può nemmeno sapere quanti ne sono realmente pervenuti al DTE ricevente. Questa situazione è particolarmente sfavorevole quando la rete (oppure anche l'apparecchio ricevente) è posta fuori servizio causa errori apparsi nel corso di un collegamento, oppure quando si è in fase di inizializzazione. In questo caso un numero di pacchetti sconosciuto al mittente può andar perso. Dato che questo rappresenta il punto debole della raccomandazione X.25, il CCITT ha integrato, nell'ultima revisione, un procedimento di conferma da un capo all'altro che può essere selezionato. Con ciò il mittente può «marcare» ogni pacchetto e esigere dalla rete che ne sia quietanzato il suo recapito. Ciò nondimeno questa funzione non è ancora stata introdotta nella maggior parte dei sistemi di comunicazione a pacchetti.

Riassumendo, si può affermare che il protocollo dei pacchetti X.25 contiene i segnali e le procedure necessarie alla formazione e allo scioglimento di comunicazioni virtuali. La numerazione dei canali logici autorizza la multiplazione dinamica di 4096 collegamenti al massimo. Un meccanismo di controllo del flusso si occupa dello scambio dei pacchetti di dati attraverso una comunicazione esistente; lo stesso è efficace in ambedue le direzioni di trasmissione.

Grazie ai «pacchetti d'interruzione» si può in ogni momento e per così dire fuori banda, trasferire dei segnali di comando o delle indicazioni analoghe per il tramite dello stesso collegamento.

*Utilizzazione dell'interfaccia secondo X.25.* L'interfaccia X.25 è particolarmente indicato per le procedure impiegate nell'elaborazione dei dati. Attraverso un unico canale d'entrata/uscita si possono gestire parecchie comunicazioni (ad esempio tra l'elaboratore principale e il processore filtro) e i dati vengono scambiati tra i terminali corrispondenti. Un analogo procedimento di multiplazione tramite indirizzi, è pure impiegato sulle linee di connessione alla rete pubblica. Nella comunicazione a pacchetti ci s'impegna d'ottenere una maggior omogeneità dell'intero sistema, dato che i terminali sono praticamente integrati nella rete e tra le centrali di commutazione sono adottati essenzialmente gli stessi principi e procedure come tra terminale e rete, rispettivamente tra i terminali stessi. La rete a commutazione di pacchetti, con le sue diverse centrali di commutazione e i terminali, è un'unità di elaborazione, con una struttura analoga a quelle delle reti private. Sotto questo aspetto, l'architettura normalizzata adottata dal CCITT sarà descritta nel seguito dettagliatamente. Per ora trattiamo ancora un secondo genere d'applicazione della comunicazione a pacchetti raccomandato dal CCITT.

#### 54 Interfaccia secondo la raccomandazione X.28 del CCITT [10]

Una delle necessità essenziali delle reti dei dati in teleselezione consiste, anche in Europa, nel permettere in primo luogo l'accesso agevole a sistemi di banche dei dati, tramite terminali semplici e già in commercio. Per questa ragione fu creata a livello europeo la rete dati *Euronet*. Contemporaneamente con l'apparizione dell'interfaccia X.25 prevista per i nuovi e più intelligenti terminali, si normalizzò un'interfaccia per apparecchi asincroni a caratteri, che già oggi sono in funzione in gran numero. Questi apparecchi, come la telescrivente, possono trasmettere e ricevere caratteri essenzialmente alfa-numerici composti di un certo numero di bit e di un segno d'identificazione dell'inizio e della fine di ogni carattere. Questi criteri di comando (combinazioni di bit che non corrispondono a lettere o cifre) permettono di trasmettere al corrispondente le indicazioni necessarie per il trattamento quali ad esempio: l'impressione dei caratteri successivi, l'avanzamento di riga, ma anche d'avviare una conferma di ricezione a ritroso. La persona addetta a un terminale di questo genere avvia i diversi caratteri tramite una tastiera. Con l'introduzione di una sequenza di segni il cui significato risponde a determinate regole (linguaggio), le comunicazioni, mediante teleselezione, possono venire stabilite o interrotte, oppure anche indirizzate a sistemi di banche dei dati lontane.

L'interfaccia raccomandata dal CCITT per le reti a commutazione di pacchetti, adatta per terminali asincroni funzionanti a caratteri, è designata X.28. Secondo questa raccomandazione, il terminale dialoga con la rete nello stesso modo come se lo facesse in collegamento diretto con il suo elaboratore «Host». Esso avvia e riceve dei caratteri conformi all'alfabeto internazionale N° 5, con bit di parità. Il sistema di commutazione a pacchetti, d'altra parte, produce ad esempio l'eco dei caratteri ri-

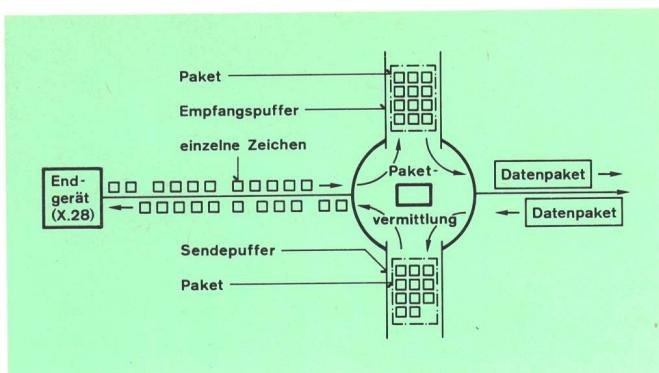


Fig. 7  
Assemblaggio-disassemblaggio dei pacchetti (ADP)

Paket — Pacchetto  
Empfangspuffer — Memoria intermedia di ricezione  
Einzelne Zeichen — Caratteri individuali  
Sendepuffer — Memoria intermedia d'emissione  
Endgerät — Terminale  
Paketvermittlung — Comutazione a pacchetti  
Datenpaket — Pacchetto di dati

cevuti o avvia di moto proprio, dopo un determinato numero di caratteri, l'avanzamento della riga. Per l'istradamento dei dati, la rete raggruppa i caratteri ricevuti dal terminale e forma dei pacchetti tali, quali sono definiti nella raccomandazione X.25 (fig. 7). La rete a commutazione di pacchetti s'incarica dell'adattazione alle caratteristiche di un determinato terminale, in quanto l'elaboratore «Host» già non se ne occupi in qualità di corrispondente. L'elaboratore può quindi comunicare in modo uniforme con tutti i tipi di terminale. Le funzioni della rete a commutazione di pacchetti sono designate con la sigla PAD (Packet Assembly/Disassembly) e definite nella raccomandazione X.3. La raccomandazione X.28 relativa all'interfaccia concerne anche la connessione diretta di terminali alla rete a commutazione di pacchetti oppure tramite la rete telefonica normale. In quest'ultimo caso, l'abbonato è collegato nel modo abituale mediante una linea telefonica e modem. Grazie all'apparecchio telefonico, l'utente può stabilire un collegamento per una comunicazione a pacchetti. Il modem impiegato con il dispositivo automatico di risposta sulla commutazione di pacchetti, risponde alla chiamata e invita l'utente con una particolare tonalità ad inserire il suo modem. La tastiera del terminale permette in seguito di stabilire la comunicazione desiderata attraverso la rete a commutazione di pacchetti. Introducendo delle informazioni complementari l'utente può adottare i parametri di funzionamento alle esigenze del suo terminale.

## 6 Modello d'architettura ISO per i «sistemi aperti»

Nel paragrafo 3, dedicato alle reti dati private, è descritto lo sviluppo delle loro architetture, tramite le quali si possono costituire e gestire reti importanti solamente con gli apparecchi e software dei fabbricanti interessati.

L'ISO (International Standardization Organization) nella sua qualità di comitato internazionale delle norme nel campo della trasmissione dati, si è posto quale obiettivo, alcuni anni or sono, di elaborare un'architettura normalizzata per i così detti «sistemi aperti». Tutti i sistemi, siano essi composti da apparecchi individuali, di elaboratori con console e dispositivi d'entrata/uscita o di

strutture complete d'elaboratori, che rispettano le esigenze di una architettura normalizzata, dovranno d'ora in poi essere compatibili tra loro, indipendentemente dal loro fabbricante. Ciò non concerne unicamente lo scambio dei dati, ma principalmente le funzioni reali d'elaborazione effettuate in comune [11].

È evidente che per adempiere questo obiettivo si devono elaborare delle prescrizioni e delle regole complete che si riferiscono all'interfunzionalità dei vari sistemi e alle interfacce. Queste direttive non dovrebbero apporcare delle limitazioni supplementari alle libertà dei fabbricanti per ciò che concerne la realizzazione interna dei loro apparecchi, oltre a quelle imposte dal funzionamento in comune con altri sistemi.

La prima fase di un'architettura ISO normalizzata è già stata realizzata. Essa consiste nello sviluppo di un modello atto a definire in modo completo e chiaro il comportamento di una interfaccia. Le funzioni complete e necessarie all'integrazione dei sistemi sono state raggruppate in questo modello secondo dei determinati criteri. Per questo si dispone di una struttura a strati (layered structure) con delle interfacce definite tra ognuno di essi (fig. 8). La descrizione degli strati e delle interfacce ha unicamente carattere funzionale e non può pertanto fornire informazioni concernenti la loro esecuzione nel contesto di un sistema reale.

Il modello ISO presenta le caratteristiche del sistema a sette strati, ognuno dei quali utilizza tramite definite interfacce, le funzioni di tutti gli altri strati inferiori, nel senso di un servizio. Questa concezione è facilmente comprensibile se si comparano per analogia questi sistemi con l'organizzazione di un'impresa commerciale. Uno strato, ad esempio il segretariato dello stesso dipartimento di due ditte diverse, richiede i servizi di altri strati inferiori nella gerarchia, ad esempio del servizio delle spedizioni, della posta pubblica, dell'impresa dei trasporti e finalmente del binario e del vagone ferroviario. Tra i segretariati del dipartimento e della spedizione, esistono interfacce ben definite, come pure tra la spedizione e l'ufficio postale locale, tra quest'ultimo e la stazione ferroviaria, ecc. Anche in questo esempio poco importa sapere come vengono svolte realmente le di-

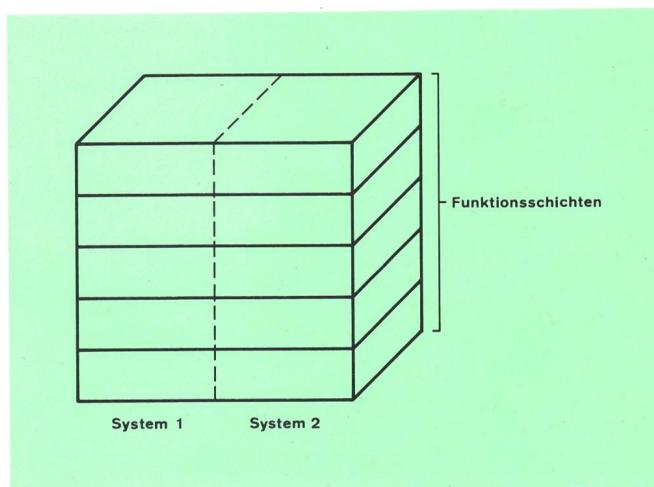


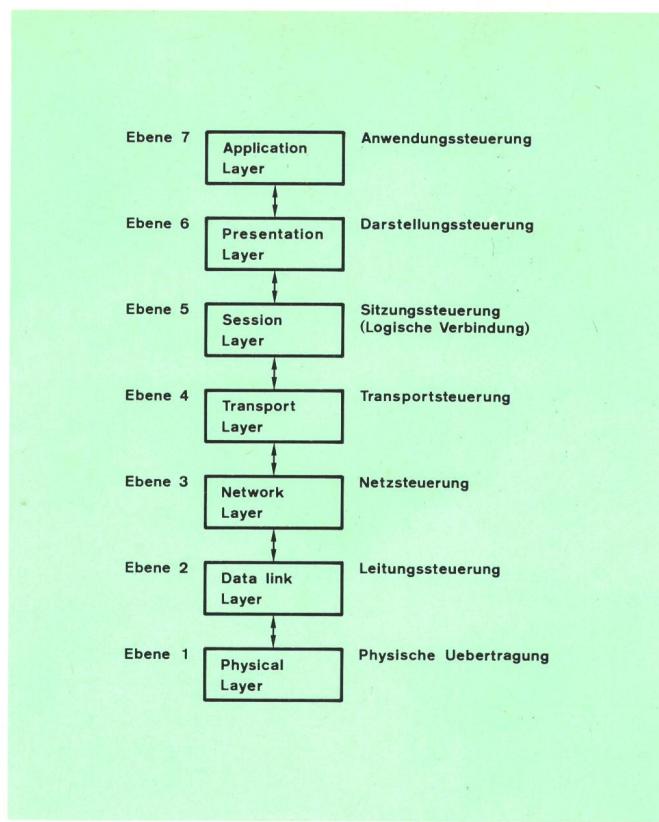
Fig. 8  
Ripartizione a strati delle funzioni per l'interazione di due sistemi diversi  
System — Sistema  
Funktionsschichten — Strati di funzioni

verse operazioni. È possibile che nel caso di un piccolo commercio, la segretaria porti personalmente la lettera all'ufficio postale. Risulta determinante solamente il fatto che il formato della lettera e le indicazioni in essa contenute (indirizzo, grado d'urgenza, numero d'archivio, ecc.) siano completi e precisi in modo che questa possa essere trattata correttamente e senza difficoltà dall'impresa corrispondente, la quale è probabilmente organizzata in altro modo. Il formato e le informazioni contenute nella lettera possono essere definite solo in funzione dell'organizzazione interna della ditta. Questa regola si applica a maggior ragione al modello d'architettura dei sistemi a dati aperti, poiché in questo caso tra loro comunicano delle macchine sprovviste d'intelligenza e senza alcun potere d'interpretazione creativa.

La descrizione strutturata delle funzioni di un modello di architettura è indispensabile se si desidera prescrivere integralmente, senza ambiguità e in modo appropriato, il comportamento funzionale dei sistemi e delle

**Tabella I. Esempio di funzioni dei sette strati**

Strato	Funzioni
Applicazione	Identificazione dei corrispondenti Analisi della disponibilità momentanea dei corrispondenti Prova di giustificazione della comunicazione Scelta dei parametri di trasmissione (qualità di servizio, priorità, ecc.) secondo l'applicazione prevista
Prenotazione	Conversione del codice o dell'alfabeto Adattazione del formato Scelta di una sintassi corrispondente all'applicazione prevista
Sessione	Formazione e tenuta di comunicazioni logiche (attribuzione) tra determinate unità di trattamento Identificazione del collegamento Comando del dialogo
Trasporto	Formazione e controllo delle vie di trasmissione in duplex Adattazione alle caratteristiche specifiche della rete Controllo degli errori da capo a capo Messa in segmenti e formazione di blocchi Compilazione degli indirizzi
Rete	Instradamento della chiamata Formazione e sorveglianza dei collegamenti rete Multiplazione del collegamento Controllo degli errori in funzione della rete Controllo del flusso, gestione delle disponibilità della rete
Collegamento	Attivazione/disattivazione della linea Comando della trasmissione Sorveglianza degli errori di trasmissione Sincronizzazione dei blocchi Selezione della via fisica di trasmissione più appropriata
Trasferimento fisico	Conversione parallelo/serie Adattazione ai diversi mezzi fisici di trasmissione Sincronizzazione degli elementi d'informazione (bit) Interconnessione delle diverse sezioni di trasmissione Sorveglianza e segnalazione di stato



**Fig. 9**  
**Modello degli strati dell'architettura ISO per «sistemi aperti»**

Ebene — Livello  
Anwendungssteuerung — Controllo d'applicazione  
Darstellungssteuerung — Controllo della rappresentazione  
Sitzungssteuerung (logische Verbindung) — Controllo di sessione (collegamento logico)  
Transportsteuerung — Comando di trasporto  
Netzsteuerung — Comando della rete  
Leitungssteuerung — Comando del collegamento  
Physische Übertragung — Trasmissione fisica

I loro interfacce. La *figura 9* rappresenta i sette strati e le corrispondenti designazioni del modello ISO. L'assegnazione delle funzioni di diversi livelli, benché siano stati presi in considerazione svariati criteri, è avvenuta in modo arbitrario al fine d'ottenere la ripartizione più logica e pratica possibile.

In questo contesto non è previsto d'affrontare nel dettaglio la ripartizione delle funzioni di ogni strato. Quale esempio, la *tabella I* ne contiene un campionario. Per altre indicazioni ci si riferirà a [11].

Più di un lettore si sarà chiesto il nesso esistente tra un modello d'architettura della commutazione di pacchetti e i servizi delle telecomunicazioni PTT. Il modello d'architettura citato, riveste un'importanza capitale per tutte le concezioni delle telecomunicazioni e della loro amministrazione, per i due seguenti motivi:

- Da un lato — questo tema non sarà qui più trattato nel dettaglio — gli equipaggiamenti di commutazione modem, comandati da processori, possono essere considerati come dei sistemi di dati interagenti tramite la rete nazionale o internazionale. Essi rappresentano nello loro grandi linee degli esempi tipici di sistemi aperti. Basandosi su queste conclusioni, il CCITT ha esaminato attentamente i lavori dell'ISO e prevede di riferire le sue future raccomandazioni relative alla collaborazione internazionale dei sistemi di commutazione all'architettura normalizzata ISO.

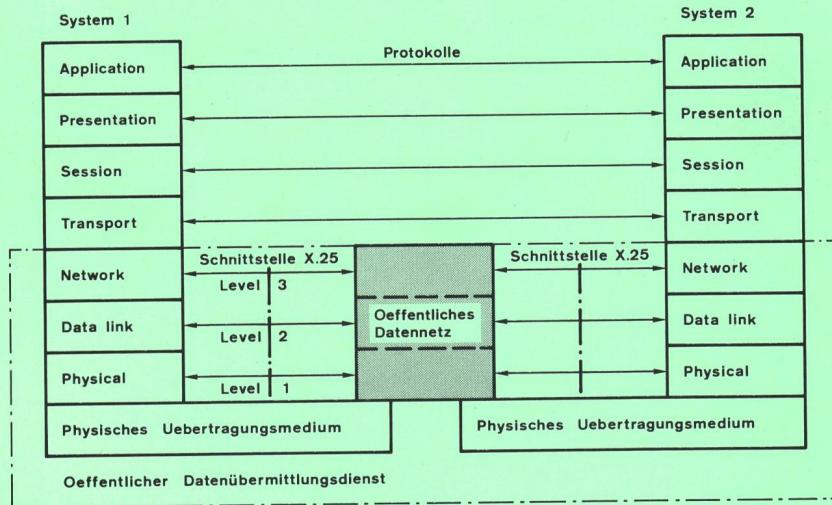


Fig. 10  
Interfaccia X.25 del modello d'architettura ISO

System — Sistema  
Protokolle — Protocolli  
Application — Controllo d'applicazione  
Presentation — Controllo della rappresentazione  
Session — Sessione  
Transport — Comando di trasporto  
Network — Comando di rete  
Data link — Linea di dati

Physical — Fisico  
Level — Livello  
Schnittstelle — Interfaccia  
Öffentliches Datennetz — Rete pubblica di dati  
Physisches Übertragungsmedium — Mezzo fisico di trasmissione  
Öffentlicher Datenübermittlungsdienst — Servizio pubblico di comunicazione dei dati

- Dall'altra parte, l'architettura normalizzata è d'importanza determinante per la concezione dei servizi telematici pubblici delle amministrazioni delle telecomunicazioni (rete dati in teleselezione, videotex, telefax, ecc.). Questi servizi, che in futuro saranno accessibili a una cerchia sempre più rilevante, devono essere concepiti quali «sistemi aperti» nel senso dell'architettura ISO. Ciò significa tra l'altro che le interfacce tra le reti di dati e i sistemi d'utente loro collegati (designati nel capitolo precedente «terminali») devono soddisfare alle esigenze dell'architettura normalizzata. Solo così le reti dati pubbliche in teleselezione potranno in futuro essere utilizzate senza costose adattazioni, quali elementi (sistemi di trasporto) della rete dei dati generalizzata. Le premesse indispensabili sono il riconoscimento e la diffusione dell'architettura ISO quale normativa.

Dando seguito a queste considerazioni, nel corso dell'ultima sessione di studio del CCITT (1977...1980), ISO e CCITT hanno coordinato i loro sforzi e discusso la ripartizione e la prosecuzione dei lavori. Il CCITT si oc-

cupa della normalizzazione dei tre strati inferiori dell'architettura, mentre l'ISO definisce gli altri strati.

Benché i lavori concernenti l'interfaccia X.25 relativi alle reti a commutazione di pacchetti fossero già iniziati prima della creazione del modello ISO, si poteranno comunque raggiungere gli accordi necessari. La raccomandazione X.25 è pertanto formulata su tre livelli

1. livello fisico
2. procedure di linea
3. livello dei pacchetti

Trattasi dei tre livelli inferiori del modello ISO (fig. 10). L'interfaccia X.25 rappresenta così un elemento importante della futura architettura normalizzata della rete dei dati; cioè una raccolta di prescrizioni e di regole per l'interfunzionalità dei diversi sistemi per quanto riguarda la loro concezione, la loro applicazione e la loro manifattura.

Si noti inoltre che la struttura del modello ISO è stata interamente ripresa per la formulazione delle raccomandazioni CCITT concernenti il teletex (telescrittore d'ufficio).

Nel prossimo articolo tratteremo più in dettaglio la rete pilota Telepac delle PTT svizzere, che si basa sui principi enunciati.

## Bibliografia

- [1] *Werndli J.* Datenübertragung auf dem Telefonnetz. Betriebsmöglichkeiten und Installationen. Bern, Techn. Mitt. PTT 54 (1976) 8, S. 312.
- [2] *Lutz H.-P.* Datenübertragung bei den PTT-Betrieben — eine Standortbestimmung. Bern, Techn. Mitt. PTT 53 (1975) 2, S. 62.
- [3] *Kündig A.* Einführung in die Technik und das Konzept neuer Datennetze. Zürich, Bull. des Schweiz. Elektrotechn. Vereins 71 (1980) 15, S. 793, oder STEN 1980: Datennetze — eine schweizerische Standortbestimmung. Sonderdruck aus dem Bulletin SEV.
- [4] *Pouzin L.* Recent Developments in Data Networks. Newton, Computer World 12 (1978) 49.
- [5] *Pouzin L.* and *Zimmermann H.* A Tutorial on Protocols. New York, Proceedings of the IEEE 66 (1978) 11, p. 1346.
- [6] *Halsey J. R., Hardy L. E.* and *Powning L. F.* Public Data Networks: Their Evolution, Interfaces and Status. New York, IBM Systems Journal 18 (1979) 2, p. 223.
- [7] *Pitteloud J.* Principes de la commutation par paquet. Goldach, Output 9 (1980) 9 bis 10 und (1981) 5.
- [8] *Kündig A.* Neue internationale Normen für die Datenübertragung. Bern, Techn. Mitt. PTT 58 (1980) 9, S. 311.
- [9] *Fürst F.* X.25, die neue Schnittstelle für Paketvermittlung. Laufenburg, Sysdata und Bürotechnik 79 (1979) 3, S. 13.
- [10] Final report on the work of SG VII during the period 1977—80, Part III.1 (Rec. x.1—x.24) and III.2 (Rec. x.25). CCITT, Doc. AP VII Nrs 6 and 7, June 1980.
- [11] ISO, TC 97/SC 16 Draft proposal 7498. Open Systems Interconnection. Basic Reference Model, Dec. 1980.

Deutsche Originalfassung in den «Techn. Mitt. PTT» Nr. 1/1982  
Version française dans le «Bull. Techn. PTT» N° 1/1982

Die nächste Nummer bringt unter anderem  
Vous pourrez lire dans le prochain numéro

## 10/82

E. Montandon	EMV, Erdung und Installationspraxis CME, réalisation de mises à la terre et d'installations
H. Bosshard, W. Braun, W. Weibel	Betriebsführungssystem der Radio- und Fernsehdienste (BFS-RA) (Schluss) Système de gestion de l'exploitation des services de la radio et de la télévision (BFS-RA) (fin)
G. Guekos, H. Melchior	Système de transmission par fibres optiques pour canaux de télévision Sistema di trasmissione in fibra ottica per canali televisivi
Chr. Stäger, B. Eicher	English part: A Survey of Today's Reflection Factor Measurement Methods in Coaxial Systems