

Notiziario Tecnico

Archivio

1/1996

 **TIM**

Ai lettori

ROCCO
CASALE

“Vorrei tanto mi leggeste ...”

Il titolo è una richiesta o una offerta? Forse è solo un desiderio che provo nel momento in cui assumo la responsabilità del Notiziario: vorrei scoprire che la rivista gode del vostro favore e che è giudicata di interesse, malgrado i risultati non molto incoraggianti rilevati dall'indagine appena conclusa fra tutti i destinatari del Notiziario.

Il questionario, inviato con l'ultimo numero della rivista, come è meglio chiarito in altra parte di questo numero, è stato infatti restituito solo da un numero molto ridotto dei lettori potenziali: uno su dieci. Qualche scheda si sarà persa; qualche altra non sarà stata compilata per pigrizia; ma certo resta da chiarire perché tanti fra voi non hanno risposto.

Forse l'approntamento delle numerose note, tabelle, promemoria, verbali, che occorre seguire nel quotidiano e che costituiscono una parte non differibile della vostra attività è stata causa di stanchezza e può avervi fatto rimandare l'impegno di rispondere al questionario, fin poi a ritenerlo superato. O forse qualcuno di voi ha preferito non restituirlo perché ha ritenuto inutile farlo.

Ho tuttavia la necessità di stabilire con voi un contatto. Devo conoscere come viene valutata la rivista: se gli argomenti presentati sono trattati in modo complesso o troppo particolareggiato o se il Notiziario è un duplicato di altre riviste o di altri mezzi di informazione che sono più tempestivi, esaurienti e, quindi, più idonei alla “manutenzione” ed alla “integrazione” delle vostre conoscenze tecniche.

E per rendere più attivo questo colloquio, vorrei avviare già dal prossimo numero una “rubrica di lettere alla Redazione” nella quale desidero riportare, eventualmente commentandole, vostre proposte ed idee; mi propongo anche di rispondere, con l'aiuto di esperti, ai vostri dubbi su argomenti tecnici.

Desidero così allargare il gruppo dei fedelissimi lettori che hanno risposto e che ringrazio per i consigli che hanno voluto darmi soprattutto nella scelta delle tematiche da trattare in futuro.

Già questo numero, come avete avuto modo di rilevare, presenta alcune novità editoriali: è stata modificata la grafica, che mi auguro troverete più accattivante; sono state aggiunte alcune sezioni che perseguono l'obiettivo di portare il Notiziario ancor più all'interno di Telecom Italia. Mi servono tuttavia nuovi contributi: realizzazioni innovative o di particolare importanza o risultati di esercizio di rilievo; questi interventi potrebbero formare l'oggetto di conoscenze che noi tecnici della Società ci scambiamo, utilizzando questo strumento di comunicazione Aziendale. Assieme potremo così arricchire il Notiziario e renderlo più interessante ed utile nel quotidiano.

Ma come vedo la rivista finora redatta? Permettetemi di presentarvi qualche considerazione personale: la rivista ha saputo posizionarsi sin dal primo numero su un livello di rigore tecnico e di profondità di contenuti che le hanno meritato apprezzamenti lusinghieri dal mondo accademico e dai centri di ricerca nazionali.

Essa è divenuta, in questi pochi anni di vita, uno strumento per seguire, sia pur con i propri limiti strutturali, la rapida evoluzione delle tecniche e delle tecnologie applicate alle Telecomunicazioni.

I testi sono difficili? In diversi casi è vero. Ma avrei voglia di ricordarvi in un orecchio che la conoscenza di nuovi concetti richiede sempre sforzo ed applicazione. Proveniamo tutti da corsi scolastici con indirizzo tecnico. Ben conosciamo la difficoltà che da giovani abbiamo incontrato sui banchi di scuola per acquisire nuove discipline e per far nostre le conoscenze tecniche.

Come pensiamo allora di aggiornarci per evitare di diventare in breve obsoleti? Quali strumenti pensiamo di utilizzare oggi, che maggiore è l'impegno

Ai lettori

necessario per ampliare e per aggiornare le nostre conoscenze?

Occorre senza dubbio fare uno sforzo non modesto: in passato infatti l'aggiornamento era più semplice perché un tecnico, all'atto della sua assunzione, era etichettato e formato con competenze che avrebbero costituito il suo bagaglio culturale, spesso per tutta la sua vita Aziendale: era scelto ed impiegato come "retaiolo" o "trasmissionista" o "centralaro"; oppure imparava tutto sui collegamenti internazionali o sulle centrali private automatiche. E da quel momento era sufficiente che conoscesse quasi esclusivamente quanto di nuovo accadeva nel proprio settore. Oggi invece i confini tra le diverse discipline tecniche sono divenuti più sfumati ed i tecnici devono avere una conoscenza, forse meno approfondita che in passato, ma al tempo stesso che comprenda l'intero sistema delle telecomunicazioni.

Lo sforzo di apprendimento è d'altra parte ancor più cresciuto per il rapido evolversi delle tecniche: Internet, ATM, distribuzione a larga banda, Frame Relay, SDH. Tutte novità divenute attuali negli ultimissimi anni e che la maggior parte di noi, solo due o tre anni fa, non conosceva. Il ritmo delle innovazioni è divenuto incessante, molto più rapido del passato.

L'essere tempestivamente aggiornati nell'innovazione tecnica è peraltro divenuto necessario perché altrimenti i nuovi Competitors potrebbero offrire prima e meglio di Telecom nuovi servizi.

Il nostro Amministratore Delegato Francesco Chirichigno in un recente intervento sottolineava l'importanza che il patrimonio di conoscenze dei tecnici gioca in Telecom; e, con un'immagine suggestiva, paragonava questo patrimonio ad una portaerei: una base sicura da cui partono gli aerei, gli uomini del mercato, che vanno a conquistare nuovi spazi di attività e ad offrire nuovi servizi. Fuor di metafora è indubbio che in un mercato che tende ad essere sempre più competitivo, la conoscenza dei sistemi e delle applicazioni che da essi è possibile ottenere possa costituire uno strumento per consentire alla nostra Società di risultare vincente.

Come costruirci allora una qualche conoscenza su queste tematiche? Certamente non attraverso i venti trasparenti (dodici in italiano; otto in inglese) che presenta un collega. Spesso rimpiango i pioppi serviti per produrre le copie cartacee che riproducono il materiale presentato in queste presentazioni, e che in genere finiscono dimenticati in un armadio. Occorre invece a mio avviso un approfondimento da compiere personalmente studiando testi scritti.

La rivista può fare qualcosa al riguardo: essa si è infatti posta l'obiettivo di dare un ausilio, sia pur limitato, all'aggiornamento dei tecnici della Società. Desidera così contribuire alla crescita delle competenze della "squadra" Telecom a cui è stata sempre riconosciuta una elevata professionalità e competenza.

Il livello finora raggiunto dal Notiziario è alto: Paolo Rumboldt in questi anni è stato il motore dell'intera attività ed ha saputo far decollare e tenere stabilmente in quota questo osservatorio tecnico.

Nel momento in cui lascia, desidero, anche a nome di voi lettori, ringraziarLo per la passione e per la dedizione che ha messo in questa attività; le Sue elevate conoscenze tecniche, unite alla Sua "caparbia" costanza che ha sempre posto nel raggiungimento di obiettivi sfidanti, hanno permesso alla rivista di raggiungere il livello attuale.

A me tocca raccogliere questa ricca eredità, saperne conservare il livello tecnico, possibilmente migliorarlo.

Ho bisogno di un incoraggiamento: vorrei tanto (mi) leggeste ... la rivista. A presto.

Al lettori

PAOLO
RUMBOLDT

“Un ringraziamento, un saluto ed un auspicio”

Alla fine dello scorso anno ho lasciato l'incarico di Direttore responsabile del Notiziario Tecnico Telecom Italia; questo numero della rivista esce, perciò, sotto la responsabilità del nuovo Direttore Rocco Casale, al quale ho chiesto di ospitare una nota per un doveroso commiato.

L'impegno personale, e le energie dedicate al Notiziario su un arco di tempo di oltre cinque anni, per l'impostazione generale, e per le scelte specifiche attinenti agli argomenti da trattare ed alle modalità di esposizione, non avrebbero potuto dare concretezza all'iniziativa, con la pubblicazione di dieci numeri della rivista, senza il supporto logistico ed organizzativo della Società che l'ha voluta, e senza il contributo di numerosi Esperti di altissima qualificazione professionale. Ai quali rivolgo un sincero ringraziamento: ai Componenti il Comitato di Direzione ed il Gruppo di Redazione per i suggerimenti e gli indirizzi forniti, agli Autori dei testi, alle Segreterie -Tecnica e di Redazione- per l'indispensabile lavoro di raccordo con gli Autori, di revisione formale degli articoli, di predisposizione delle bozze di stampa.

Più difficile accomiarsi dai Lettori: i destinatari della rivista che ne motivano la pubblicazione, ma che solo occasionalmente si “materializzano” di fronte agli addetti ai lavori, con richieste, critiche, suggerimenti ...

Anche nel caso di una pubblicazione aziendale, ed a tiratura piuttosto limitata, i lettori non sono per lo più noti a chi la elabora, che deve quindi formulare ipotesi, sulle loro aspettative e sulle loro esigenze, disponendo di pochi dati oggettivi, ed utilizzando, in prevalenza, principi logici generali. Principi che, proprio perché tali, hanno scarsa probabilità di corrispondere alle esigenze ed ai desideri individuali dei singoli lettori; un universo di soggetti, accomunati certamente da un interesse di fondo nei confronti delle tematiche tecniche, ma poi diversi per esperienze specifiche, per atteggiamenti, per funzioni svolte nel passato e nel presente. Diversi anche per gli strumenti propedeutici -le conoscenze di base- che ciascuno effettivamente possiede per la comprensione di testi, nei quali la correttezza tecnica non può essere sacrificata all'obiettivo, pure auspicabile, di facilitare il lettore. La scorciatoia della semplificazione divulgativa, utile per i lettori profani, è ingannevole ed inadeguata per lettori già sicuramente qualificati nel settore delle Telecomunicazioni.

Individuata nell'aggiornamento professionale la fondamentale finalità della rivista, il primo cimento di chi la elabora consiste, dunque, nella formulazione di ipotesi ragionevoli sulle esigenze di aggiornamento delle competenze tecniche, necessarie ai lettori per svolgere al meglio le funzioni loro assegnate; esigenze che, peraltro, devono essere conciliate, almeno in certa misura, con i loro desideri. Col termine desideri non si allude ad una discrezionalità ispirata da un edonismo intellettuale, ma alla propensione individuale ad approfondire i singoli argomenti; che trova negli impegni quotidiani, nell'Azienda ed al di fuori di essa, sia le ragioni delle scelte personali, sia i vincoli di tempo e di risorse da destinare alla lettura.

Si è anche accennato alle diverse conoscenze di base: un tema che può suonare perfino offensivo nei confronti di lettori dotati comunque di una preparazione di alto livello scolastico; ma che costituisce un elemento di cui tenere conto realisticamente, in relazione ad un secondo obiettivo che la rivista persegue; la “manutenzione” delle conoscenze acquisite nella scuola e nei corsi di perfezionamento. Un obiettivo modesto, ma fondamentale, senza il quale il concetto stesso di aggiornamento professionale si scuote di contenuti reali, e

Ai lettori

molte delle azioni rivolte a tale fine non conducono a concreti risultati.

Siamo riusciti a perseguire gli obiettivi del Notiziario? Ma, soprattutto, siamo riusciti ad avviare un processo di miglioramento delle qualificazioni professionali dei tecnici di Telecom Italia, grazie ad una più efficace circolazione dell'informazione tecnica nell'Azienda? Si hanno i primi segnali del costituirsi dell'auspicato sodalizio tra coloro che, per formazione e per funzione aziendale, sono interessati alla tecnica?

Nel salutare i Lettori, rinnovo loro l'invito ad interagire con la Redazione del Notiziario, per vivificarlo con commenti, proposte, critiche ... Necessarie alla Redazione per meglio orientare la rivista, ma anche per avere un riscontro dello sforzo compiuto e delle energie spese, ed il conforto per continuare nell'impegno.

Cosa spinge a introdurre l'ATM (Asynchronous Transfer Mode) nella rete pubblica esistente? Quali nuove potenzialità sono offerte dall'ATM alla realizzazione delle "autostrade dell'informazione"? Quali vantaggi per i servizi e le prestazioni offerte può comportare l'introduzione dell'ATM?

Sono questi alcuni dei quesiti ai quali cercheremo di dar risposta con una serie di articoli che iniziano con questo numero: desideriamo chiarire i motivi che hanno orientato i principali Gestori pubblici sin dall'inizio degli anni novanta ad interessarsi a questa nuova tecnica di multiplazione e di commutazione; forniremo anche indicazioni su tutti gli aspetti più importanti dell'ATM: caratteristiche principali; possibili campi di applicazione; struttura della rete; modalità di instradamento dell'informazione; gestione e controllo del traffico; tassazione; segnalazione; esercizio e manutenzione. Esamineremo inoltre la possibile evoluzione della rete pubblica esistente: due reti sovrapposte e distinte, due reti interconnesse o la rete attuale che evolve verso l'ATM.

Già in questo numero del Notiziario compaiono due dei primi tre articoli che danno i concetti preliminari della tecnica ATM. A quanti si avvicinano per la prima volta a questa tecnologia mi permetto di suggerire di leggere i testi con mente disponibile all'innovazione: non si tratta infatti di un ammodernamento della rete esistente ma di un nuovo modo di trasferire l'informazione destinato ad incidere profondamente sulla evoluzione delle reti di telecomunicazioni.

La rete esistente è stata infatti realizzata e ottimizzata intorno al segnale fonico. Quando è iniziata l'evoluzione della rete delle TLC da analogica a numerica (a quei tempi si diceva la rete telefonica), si è assunta come unità per l'informazione la velocità di cifra di 64 kbit/s, che consente di trasmettere il segnale fonico con buona qualità. Non sono state tuttavia modificate le modalità di trasferimento dell'informazione che sono rimaste a "circuito" e sono caratterizzate quindi da un'assegnazione statica di risorse ad ogni connessione instaurata. La capacità di 64 kbit/s è stata poi conservata anche nella ISDN determinando, così, la granulosità dell'accesso.

Agli inizi degli anni Ottanta i Gestori delle Telecomunicazioni pubbliche hanno avviato l'introduzione sistematica di reti specializzate per l'offerta commerciale del trasferimento a pacchetto, soprattutto mirata alle necessità legate al trasporto dei dati dei clienti business: su queste reti è stato possibile instradare dati a pacchetto di lunghezza variabile. Successivi miglioramenti sono stati apportati a queste reti, in particolare per aumentare la velocità di trasporto dei dati (ad es. con l'introduzione del frame relay).

Oggi il traffico di dati è in forte crescita e, d'altra parte, il mercato richiede nuovi livelli di prestazioni in termini di flessibilità, di efficienza e di capacità di trasferimento: un servizio è ritenuto accettabile se la risposta ad una richiesta di trasmissione di informazione avviene in un tempo molto breve (ad esempio inferiore al secondo) e d'altra parte se permette il trasferimento di segnali video, eventualmente in movimento, con un'alta definizione. Cresce cioè l'esigenza di

ATM:

i motivi di un cambiamento

trasferire l'informazione ad elevata velocità di cifra per tempi anche brevi e con un'alta qualità ed affidabilità.

Per rispondere a questa esigenza è stato avviato lo sviluppo di una rete basata sulla tecnologia ATM: essa, permette di trasferire in modo integrato tutti i tipi di traffico numerico in una singola infrastruttura. Qualunque sia la sua origine (rete pubblica esistente; LAN; frame relay; MAN; reti a pacchetto; circuiti affittati; reti locali ATM private; ...) l'informazione è trattata nei nodi di accesso ATM dove, come sarà chiarito negli articoli di questo ciclo, essa è trasferita in pacchetti (celle), di lunghezza fissa indipendentemente dalla velocità di cifra dell'informazione della sorgente. Queste celle sono commutate in rete e possono essere trasmesse su qualsiasi tipo di portante (fibra ottica, ponte radio, cavo in rame a coppia, sistemi ibridi, impiegati nella rete di accesso, con coassiale più cavo in rame) e in ricezione permettono di ricostruire l'informazione originaria.

Il maggior vantaggio presentato dall'ATM riguarda la flessibilità che essa offre nell'allocazione delle risorse di rete: su richiesta del cliente è fornita la velocità di cifra necessaria per il particolare servizio e solo per il tempo richiesto.

Con l'ATM risulta d'altra parte più complesso prevedere il traffico presente nei diversi punti della rete. Cambiano pure i parametri di riferimento per la tassazione di una comunicazione, legata non solo alla durata ed alla distanza, ma anche alla velocità di cifra impiegata in ogni comunicazione.

Si modificano inoltre i parametri necessari per valutare e per controllare la qualità della rete, sia per la diversa sensibilità agli errori generati nel trasferimento dei diversi tipi di informazione, sia per le diverse caratteristiche dei flussi di celle emessi nell'ambito di connessioni facenti capo a diverse sorgenti di informazione.

L'inserimento in rete della tecnologia ATM dovrà quindi essere graduale. E' quanto stanno facendo i principali Gestori di Telecomunicazioni che hanno appena concluso una sperimentazione a livello Europeo con risultati lusinghieri. In questo numero del Notiziario compare il primo dei due articoli sui risultati ottenuti nelle prime esperienze dal campo.

In accordo con questi risultati, Telecom Italia ha deciso di avviare l'impiego della tecnologia ATM con clienti che richiedono caratteristiche di flessibilità nel trasferimento dell'informazione.

In questa prima fase si ha quindi una rete sovrapposta con un numero limitato di clienti, interessi di traffico ben definiti, quali ad esempio quelli relativi a sedi di uno stesso cliente o gruppi chiusi di utenti. La tecnologia impiegata non risulta ancora consolidata e la segnalazione non è completamente standardizzata.

Entro due o tre anni potrà essere avviata una fase intermedia nella quale sarà possibile interconnettere la rete ATM con quella tradizionale.

ATM:

i motivi di un cambiamento

La presenza di sistemi in rete realizzati con una tecnologia più consolidata e la definizione dei protocolli di segnalazione dovrebbero infatti consentire un maggior impiego della rete ATM, che sarebbe anche favorito dalla disponibilità del trasporto del segnale fonico.

Verso gli anni duemila si dovrebbe disporre di sistemi di nuova generazione che permetterebbero di rendere competitivo in ATM anche il trasferimento della voce. In questo caso i sistemi sarebbero realizzati con tecnologia "matura" e sarebbero disponibili autocommutatori di nuova generazione.

Siamo quindi in presenza di uno scenario evolutivo verso la rete integrata a larga banda basata su ATM. Questa modalità di trasferimento dell'informazione, come del resto gli sviluppi normativi che riguardano il piano di controllo (segnalazione) e il piano di gestione della B-ISDN, è nata prevalentemente nell'alveo della cultura dei tecnici operanti nelle telecomunicazioni. Come la lettura degli articoli del ciclo cercherà di chiarire, l'ATM è sensibilmente innovativa rispetto a quanto oggi è impiegato per il trasferimento dell'informazione; infatti essa rappresenta il tentativo di raggiungere un compromesso tra i benefici e l'esperienza maturata nell'ambito delle reti a circuito e l'efficienza e la flessibilità delle reti a pacchetto.

Le caratteristiche dell'ATM rispondono ai requisiti del settore delle reti di telecomunicazione e del settore della tecnologia delle informazioni aprendo per questa tecnica grandi prospettive, vista la convergenza in atto dei settori su menzionati. L'interesse per questa tematica è oggi amplificato dai notevoli sviluppi di Internet maturati prevalentemente nell'ambiente degli "informatici", tradizionalmente complementari, ma anche "concorrenti" degli Operatori delle telecomunicazioni. Internet, seppure concepita come rete per traffico prevalentemente di tipo dati (senza esigenze quindi di trasferimento in tempo reale), si propone come modello candidato per la rete integrata nei servizi del futuro, in particolare per l'offerta di servizi multimediali.

L'enorme diffusione del software dei protocolli di Internet, di applicativi utilizzabili in tale contesto e di terminali economici e molto potenti in casa dell'utente rende il paradigma IP (Internet Protocol) e la sua traduzione pratica (Internet) un soggetto non trascurabile dell'evoluzione verso la B-ISDN. E' tra gli scopi di questo ciclo chiarire quale potrà essere il rapporto tra la nuova versione di IP e l'ATM; se la rete integrata sarà raggiunta attraverso una coabitazione delle due tecniche o con una sovrapposizione; quali sono i punti di forza e le debolezze dei due paradigmi e, in definitiva, fornire un contributo alla riflessione sulle possibili prospettive di convergenza delle culture delle telecomunicazioni e dell'informatica.

Per quanto riguarda il trasporto sembra qui opportuno segnalare che il passaggio ad una rete integrata ATM sopra descritto risulta particolarmente favorito dall'evoluzione dei portanti trasmissivi: come si è chiarito in precedenza, tutti i portanti trasmissivi sono idonei al trasporto delle celle ATM; ma quelli ottici meglio si adattano nei casi si voglia effettuare il trasporto di grandi quantità di dati

ATM:

i motivi di un cambiamento

numerici: l'introduzione infatti delle fibre ottiche, assieme alla sostituzione dei sistemi trasmissivi plesiocroni con quelli sincroni, ha comportato la riprogettazione della rete numerica: oggi, quando la fibra è attestata alla sorgente dell'informazione, possono essere trasmessi flussi numerici ad una velocità di cifra di 155 Mbit/s o multipla.

E' così possibile eliminare il collo di bottiglia oggi costituito da una rete di accesso e da una commutazione terminale che consentono di trattare velocità di cifra a 64 kbit/s ed a 2 Mbit/s, e di portarsi invece ad una velocità di cifra scelta dal cliente e variabile tra 64 kbit/s e 622 Mbit/s.

La rete di accesso consentirà quindi di integrare e trasferire l'informazione relativa ai servizi esistenti assieme a quelli nuovi, e la rete ATM permetterà di gestire nuovi servizi a larga banda.

In questo quadro saranno apportate due modifiche sostanziali alla rete attuale: anzitutto sarà ridotto in misura non trascurabile il numero di nodi nei quali è trattato il traffico. Le interconnessioni tra i diversi nodi adotteranno criteri di protezione quali, ad esempio, quelli basati su topologie ad anello in modo da garantire la qualità richiesta ad una moderna rete di telecomunicazioni.

Anche la tecnologia porterà a miglioramenti in termini di riduzione di spazi occupati, di consumi, di aumento di capacità di trattamento di informazione, effettuabile in un nodo. (Questi vantaggi tuttavia sono in larga misura dovuti all'evoluzione dei componenti elettronici e potevano forse essere ottenuti anche per i sistemi tradizionali, senza, quindi, un passaggio alla tecnologia ATM).

Il ciclo che si avvia con questo numero risponde ad un'attesa manifestata da numerosi lettori; esso si propone di far conoscere le tematiche generali, le soluzioni già consolidate, quelle in via di soluzione e le problematiche ancora aperte in modo da consentire ai lettori della rivista di avere una prima conoscenza di uno dei cambiamenti più radicali oggi in atto nella trasmissione dell'informazione.

Mi auguro quindi che questo ciclo possa contribuire a stimolare la discussione all'interno della Società su tematiche fondamentali riguardanti l'evoluzione della rete delle telecomunicazioni.

r.c.

ATM - Aspetti generali

E. GARETTI
R. PIETROIUSTI

Questo articolo è il primo delle tre parti di un lavoro introduttivo di una serie di articoli sulla tecnica ATM di prossima pubblicazione sul Notiziario Tecnico Telecom Italia.

Questa prima parte è dedicata ad una panoramica sulle principali motivazioni poste alla base dell'ideazione e dello sviluppo della nuova tecnica di multiplazione e di commutazione, e ne pone in luce le caratteristiche di flessibilità, che la rendono adatta a soddisfare le esigenze delle moderne reti di telecomunicazioni. Sono in particolare descritti i criteri che hanno portato a basare la tecnica ATM sull'impiego di unità di trasporto delle informazioni di lunghezza fissa (celle) e di valore opportuno. Sono anche introdotte le funzioni di adattamento necessarie ad adeguare le prestazioni del trasporto con celle ATM ai requisiti delle varie classi dei servizi di telecomunicazioni.

La seconda parte sarà dedicata all'analisi degli aspetti più rilevanti connessi con l'impiego dell'ATM nelle reti di telecomunicazioni, con particolare riferimento alla qualità del servizio, alle interrelazioni con le nuove modalità di trasporto che sono alla base di Internet ed allo sviluppo dei sistemi trasmissivi di tipo sincro (SDH).

La terza parte infine tratterà in modo più puntuale i modelli dei protocolli ATM e le più importanti funzioni di rete, con particolare riguardo a quelle di multiplazione e di commutazione.

1. Introduzione

Il settore delle telecomunicazioni sta assumendo un ruolo sempre più importante per la crescita del sistema economico ed è considerato fondamentale per la promozione e lo sviluppo di un nuovo contesto sociale (Information Society) basato su una diffusa disponibilità, accessibilità e circolazione di grandi quantità di informazioni riguardanti ogni aspetto della vita individuale e collettiva, dalla medicina al lavoro, alla formazione, all'amministrazione, all'intrattenimento ecc. Lo scenario tecnologico che si prospetta è caratterizzato dalla convergenza delle tecnologie dell'informazione con quelle delle telecomunicazioni e della diffusione televisiva, in cui l'elaborazione, la memorizzazione, il reperimento ed il trasporto delle informazioni avvengono indipendentemente dal loro formato, senza limiti di distanza, tempo o volume. Per tradurre questa potenzialità tecnologica in reali benefici è essenziale potenziare le reti di telecomunicazione esistenti ed accelerare la creazione di nuove, con la capacità di offrire una più vasta gamma di servizi; infatti la convergenza dei settori delle telecomunicazioni, dell'informatica e della video-diffusione pone le basi per un forte sviluppo dei servizi multimediali. Le condizioni favorevoli per una evoluzione in tal senso si

sono già venute creando, da un lato, attraverso l'introduzione in rete delle tecniche numeriche (unificanti per il trattamento e il trasporto dell'informazione) e delle fibre ottiche (che estendono enormemente la capacità trasmissiva), dall'altro, attraverso la diffusione a tutti i livelli di elaboratori personali con prestazioni elevate e costi sempre più favorevoli ad un uso di massa. La crescita dei nuovi servizi multimediali comporta la necessità di reti a larga banda con capacità molto elevata, superiore anche di alcuni ordini di grandezza rispetto a quella della tradizionale rete telefonica e delle altre reti specializzate per dati. Infrastrutture di rete di grande capacità si stanno realizzando in Europa, nel Nord America ed in Giappone su iniziativa dei principali gestori di rete; parallelamente, secondo una visione orientata al mondo degli utilizzatori, sta maturando il concetto di super autostrade dell'informazione intese come insieme di infrastrutture, servizi ed applicazioni che cooperano per ridurre le barriere di tempo e distanza tra gli individui, permettendo di condividere, facilmente ed a costo contenuto, qualunque tipo di informazione, ovunque dislocata.

Un importante ruolo di indirizzo verso visioni comuni e per l'applicazione effettiva del progresso tecnologico è svolto dagli organismi di normativa a livello internazionale. In questo ambito, nel quadro delle

Ing. Enzo Garetti (CSELT)
Ing. Romolo Pietroiusti (Telecom Italia)

attività di standardizzazione sulle nuove reti di telecomunicazioni, è stata ideata e definita una nuova tecnica di trasporto ad alta velocità delle informazioni, particolarmente adatta allo scenario prospettato per la sua generalità di impiego; questa tecnica, nota a livello mondiale con l'acronimo "ATM" (*Asynchronous Transfer Mode*), poggia ormai su solide basi normative, con una documentazione di riferimento stabile ed ampiamente condivisa nonché su prime realizzazioni a livello industriale.

L'ATM è una tecnica di moltiplicazione e commutazione asincrona di flussi numerici concepita per fornire una adeguata risposta alle esigenze sia dell'utenza affari sia dell'utenza residenziale, ed è ormai universalmente accettata come tecnica di trasporto della rete integrata a larga banda (*Broadband Integrated Services Digital Network, B-ISDN*), costituendo, dunque, la base per reti multiservizio ad alta velocità. Questa scelta è stata dettata dall'esigenza di concepire una soluzione generale ed unificante per reti sia locali sia ad estensione geografica, con trattamento integrato di ogni tipo di servizio, dalla voce ai dati, alle immagini ed al video, indipendentemente dalla banda associata a ciascun tipo di informazione. Il processo che ha portato alla definizione della tecnica ATM è iniziato molti anni fa (praticamente nel 1987) ed ha coinvolto numerosi soggetti del settore delle telecomunicazioni; questo processo prosegue ancora attivamente, coinvolgendo anche soggetti del settore informatico e del settore televisivo, nell'ottica della progressiva convergenza (sia dal punto di vista delle soluzioni tecnologiche che da quello delle applicazioni e delle prospettive di mercato) fra telecomunicazioni, informatica e intrattenimento.

Un ruolo significativo per giungere ai primi accordi a livello internazionale sulle scelte di fondo dell'ATM è stato giocato dal CCITT (ora ITU-T), sulla scorta delle attività condotte negli anni ottanta sulla standardizzazione della *ISDN (Integrated Services Digital Network)*, concepita come una rete completamente numerica, ricca di funzionalità soprattutto sul piano del controllo, in grado di offrire un'ampia gamma di servizi all'utenza. La standardizzazione dell'ISDN ha richiesto diversi anni, coinvolgendo una quantità notevole di risorse e spaziando praticamente su tutti gli aspetti di interesse dei gestori e degli utilizzatori quali ad esempio, l'architettura della rete, le interfacce di accesso, i protocolli di segnalazione ed i servizi. Il patrimonio di competenze acquisito con l'esperienza degli standard ISDN ha condizionato sensibilmente la definizione dell'innovazione successiva; infatti, la tecnica ATM è stata fin dall'inizio inquadrata nel più ampio concetto di rete integrata a larga banda (*B-ISDN*). Con il progressivo consolidamento delle normative presso l'ITU-T e con la crescita del livello di consenso riscosso a livello internazionale, la tecnica ATM ha presto cominciato a interessare le industrie non solo di telecomunicazioni, ma anche di Information Technology, che vedono in questa tecnica la chiave per migliorare le prestazioni delle reti di calcolatori (sia a livello locale che geografico) e anche per entrare in nuovi segmenti di business (ad esempio la multimedialità e, più in generale, l'integrazione fra informatica e telecomunicazioni). Il numero rilevante di

industrie manifatturiere interessate all'ATM, soprattutto di origine americana, ha suggerito la costituzione di un organismo nuovo chiamato ATM Forum [1], che è sorto e si è sviluppato rapidamente su base volontaria con l'obiettivo di individuare e specificare soluzioni interoperabili di immediato utilizzo nel mercato delle telecomunicazioni. L'impulso dell'ATM Forum alla diffusione di soluzioni ATM e la rilevanza delle specifiche da esso promulgate sono stati inaspettatamente alti, al punto che oggi esso costituisce di fatto il riferimento per eccellenza soprattutto per il settore delle reti locali. L'obiettivo di questo ente è di assicurare una piena interconnettibilità fra i diversi segmenti di rete e fra i servizi supportati, nell'ottica di garantire l'interoperabilità delle applicazioni d'utente con adeguati livelli di qualità globale end-to-end.

Un altro Organismo Internazionale di grande rilievo, interessato alle modalità di impiego dell'ATM nelle reti di telecomunicazioni, è l'Ente preposto alla definizione dei protocolli e delle norme relative ad Internet, denominato *IETF (Internet Engineering Task Force)*. L'IETF è, in particolare, impegnato nella definizione del trasporto del protocollo IP (*Internet Protocol*) con la tecnica ATM. Al riguardo occorre menzionare l'accesa discussione in atto circa la complementarità e/o la contrapposizione del protocollo IP nei confronti dell'ATM e circa il ruolo che assumeranno le due tecnologie nell'evoluzione delle reti di telecomunicazione.

Da quanto sopra si comprende l'elevato interesse e gli sforzi che i principali Gestori di telecomunicazioni stanno dedicando agli studi ed alle sperimentazioni sull'ATM per coglierne le potenzialità, acquisire il necessario know-how e definire le strategie più efficaci per l'inserimento in rete della nuova tecnologia. E' opportuna, quindi, una diffusione ampia di conoscenze sulle tematiche in oggetto fra tutti gli addetti allo sviluppo delle reti e dei servizi per l'acquisizione della consapevolezza necessaria all'adeguato presidio del settore.

Il presente articolo è il primo delle tre parti di un lavoro inteso a fornire una panoramica dei fondamenti e dei concetti dell'ATM.

Questa prima parte riassume le principali motivazioni alla base dell'ideazione e dello sviluppo della nuova tecnica evidenziandone le caratteristiche di flessibilità che la rendono adeguata a soddisfare le esigenze delle moderne reti di telecomunicazioni; riporta altresì i criteri di scelta della lunghezza della cella ATM, ed introduce le funzioni di adattamento richieste per adeguare le prestazioni del trasporto a celle ATM ai requisiti delle varie classi dei servizi da fornire. Il lavoro inquadra infine l'impiego dell'ATM nel contesto più generale dello sviluppo della rete integrata a larga banda (*B-ISDN*).

2. Richiami sui tipi dei servizi e dei modi di trasferimento delle informazioni delle reti di telecomunicazioni

Nelle reti di telecomunicazioni numeriche, capaci cioè di trattare le informazioni in forma numerica, esistono diversi modi di trasferimento delle informazioni

attraverso la rete, rispondenti ai requisiti posti dalle varie tipologie dei servizi forniti.

Sebbene l'evoluzione della tecnologia numerica e dei protocolli di comunicazione permette, almeno in linea di principio, di fornire ogni tipologia di servizio con una qualunque modalità di trasferimento, si possono oggi identificare modi di trasferimento più convenienti (o solo capaci) per rispondere alle specifiche esigenze dei vari servizi.

Rispetto ai requisiti principali dei servizi che determinano il modo di trasferimento più adeguato delle informazioni associate, i servizi possono essere distinti in isocroni e asincroni.

I servizi isocroni sono quelli in cui la sorgente e la destinazione delle informazioni funzionano sulla base dello stesso riferimento temporale. L'emissione delle informazioni dalla sorgente può essere o costante nel tempo, dando quindi origine ad un flusso numerico a frequenza di cifra costante (*Constant Bit Rate, CBR*), oppure variabile nel tempo, dando origine ad un flusso numerico a frequenza di cifra variabile (*Variable Bit Rate, VBR*). Con riferimento, ad esempio, al segnale vocale, la codifica PCM origina un flusso CBR, mentre una codifica a soppressione dei silenzi genera un flusso VBR. Tipicamente i servizi isocroni sono esposti a degradazioni della qualità per il ritardo dovuto al trasferimento delle informazioni nelle reti; questo ritardo deve essere contenuto sia nel suo valore medio sia nelle sue variazioni casuali attorno al valore medio (Jitter). Per quanto riguarda la sincronizzazione fra sorgente e destinazione, essa può risultare relativamente agevole nel caso di servizio isocrono CBR, mentre nel caso di trasmissione di un flusso VBR la sincronizzazione del ricevitore richiede la trasmissione dalla sorgente alla destinazione di adeguate informazioni di riferimento temporale (vedi anche [2]).

Un servizio è detto asincrono quando le informazioni associate possono essere trasportate senza particolari vincoli di riferimento temporale; si tratta generalmente di servizi in cui le informazioni sono originate a "burst" come nel caso della trasmissione di dati fra due calcolatori.

I modi di trasferimento delle informazioni nelle reti numeriche possono essere distinti, come indicato in figura 1, in due categorie principali: quelli che si basano sulla instaurazione di una connessione fra sor-

gente e destinazione (Connection oriented) e quelli che non richiedono la presenza di connessione (Connectionless).

Una connessione può essere a circuito (fisica) oppure virtuale (logica).

Anche se non è stata formulata nel campo delle telecomunicazioni una definizione rigorosa di circuito, esso è in generale considerato come costituito da un mezzo fisico dedicato (per es. un cavo, una frequenza radio, un time-slot della trama di un flusso numerico) o da una successione di mezzi fisici dedicati; il termine implica altresì che il percorso trasmissivo delle informazioni attraverso la rete sia predefinito (circuito permanente o diretto) o definito all'inizio della chiamata o della sessione (circuito commutato) e che esso sia mantenuto attivo e riservato alla specifica chiamata o sessione per tutta la sua durata.

Una connessione a circuito risponde tipicamente alle esigenze di servizi:

- che non consentono variazioni del ritardo di attraversamento della rete (per esempio la voce);
- con durata della connessione generalmente piuttosto breve (pochi minuti);
- con alta percentuale di impegno effettivo della connessione nel periodo in cui essa è attiva (tipicamente un parlatore impegna la connessione per il 40% del tempo).

La connessione virtuale (o logica) è generalmente impiegata nelle reti di trasmissione in cui il trasporto dei dati è fatto a blocchi, chiamati, a seconda dei casi, pacchetti, trame (frame), o celle (nel seguito sarà impiegato il termine generico di pacchetto). I messaggi dati vengono segmentati in pacchetti ciascuno dei quali dotato di un apposito campo di "indirizzo". Una rete a pacchetto è costituita da nodi capaci di costruire, inviare, ricevere, immagazzinare e riassemblare i pacchetti, che sono instradati attraverso la rete verso il nodo di destinazione dove sono ricostruiti i messaggi originali. La connessione virtuale è costituita da un insieme di predisposizioni fatte nelle tabelle di instradamento dei nodi di rete, in modo che i pacchetti riguardanti una coppia sorgente-destinazione siano tutti instradati attraverso gli stessi mezzi trasmissivi e gli stessi nodi.

Le connessioni virtuali consentono una condivisione delle risorse fisiche molto maggiore delle connessioni a circuito grazie alla moltiplicazione statistica dei flussi di pacchetti.

Nelle reti di trasmissione dati a pacchetto i terminali tendono tipicamente a trasmettere a burst intervallati da lunghi periodi di silenzio ed a richiedere sessioni di durata significativamente minore di quelle tipiche delle chiamate telefoniche, con conseguente utilizzo molto basso delle connessioni. In più il traffico dati risulta, entro ampi limiti, tollerante alle variazioni dei ritardi di trasmissione ma fortemente sensibile agli errori di trasmissione. Le reti a commutazione di pacchetto sono molto più efficienti delle reti a commutazione di circuito per il traffico dati ma presentano un ritardo di attraversamento della rete ed una sua variabilità, dovuta ai fenomeni di congestione, che non ne consente l'impiego per i servizi isocroni.

Il modo di trasferimento *Connectionless (CL)* risponde alle esigenze dei servizi che non richiedono l'instaurazione di una connessione fra sorgente e destina-

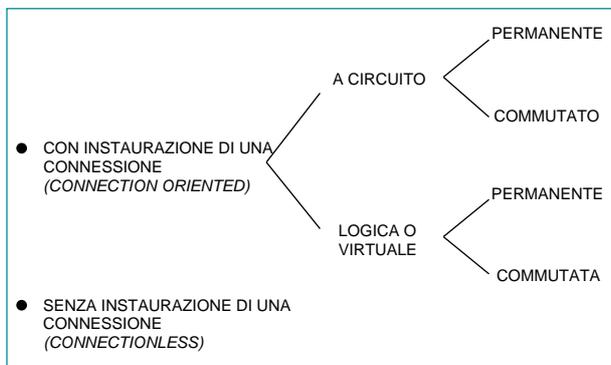


Figura 1 Modi di trasferimento delle informazioni nelle reti numeriche

L'ORIENTAMENTO DELL'ATM ALLA CONNESSIONE E' GARANZIA DELLA QUALITA' DEL SERVIZIO

- L'ATM è una tecnica basata sull'instaurazione di connessioni virtuali; la fase di trasferimento dei dati è quindi preceduta e seguita rispettivamente da una fase di instaurazione e da una fase di rilascio della connessione. L'esistenza di connessioni permette un controllo accurato delle risorse di rete e delle loro prestazioni, una gestione efficace del traffico e una soluzione controllata delle situazioni di congestione, consentendo in questo modo di garantire la qualità del servizio negoziata nella fase di accettazione ed instaurazione della connessione stessa.
- Si sta oggi diffondendo l'uso di modalità di trasferimento delle informazioni senza connessione (connectionless) sulla scorta dello sviluppo di Internet e delle reti di calcolatore. In queste reti i terminali possono inviare pacchetti di dati ai corrispondenti senza una preventiva fase di negoziazione con la rete. La rete non è dunque in condizione di garantire alcun livello di qualità del servizio che può risultare fortemente variabile in funzione del traffico offerto alla rete.
- In relazione ai vari servizi ed applicazioni, i modi di trasferimento delle informazioni con connessione e connectionless presentano vantaggi e svantaggi; per questo sono di grande interesse gli studi e le attività in corso presso l'IETF per lo sviluppo di protocolli che integrino i vantaggi dei due modi in questione, ed in particolare per l'impiego congiunto dell'ATM e del protocollo IP (Internet Protocol).

zione; per esempio, quando un terminale in una LAN deve mandare una serie di dati (file) ad una stampante ha bisogno solo di segmentare il file in pacchetti e di indirizzare ciascun pacchetto verso la stampante. L'instradamento al livello geografico dei pacchetti per il modo connectionless richiede una notevole capacità di indirizzamento con un pesante impatto sulla intestazione dei singoli pacchetti; viceversa, nel caso di servizi a pacchetto con connessione virtuale, la capacità richiesta all'intestazione per l'indirizzamento è minore in quanto i pacchetti hanno un percorso in rete già prestabilito.

A titolo di esempio, nel Frame Relay (che è una tecnica basata su connessioni virtuali) sono previsti in ciascun pacchetto 10 bit di indirizzamento (*Data Link Connection Identifier, DLCI*), contro le 22 cifre decimali necessarie per l'indirizzamento globale nel caso *SMDS (Switched Multimegabit Data Service)*, che è una tecnica che non richiede la connessione.

I modi di trasferimento a connessione consentono di mantenere la sequenzialità delle cifre e/o dei pacchetti trasmessi; viceversa, i modi di trasferimento connectionless non consentono di mantenere la sequenza dei pacchetti in quanto questi vengono instradati singolarmente, ciascuno indipendentemente dall'altro e, quindi, possono seguire percorsi differenziati in rete. Nel modo connectionless è, quindi, necessario disporre in ricezione di un sistema di riordino delle sequenze dei pacchetti ricevuti.

I principali problemi del modo non orientato alla connessione si possono, quindi, riassumere nei seguenti punti:

- a) ciascun pacchetto deve essere instradato individualmente attraverso i nodi della rete con conseguente aumento del carico di elaborazione, perché per ciascun pacchetto occorre far riferimento alle

tabelle di instradamento;

- b) la parte di servizio (header) dei pacchetti può essere molto estesa con possibili conseguenze sulla efficienza del trasporto;
- c) il traffico nelle varie parti della rete è meno prevedibile rispetto al caso di servizi orientati alla connessione.

Il principale vantaggio del modo connectionless è la possibilità di un accesso interattivo con molti terminali remoti. Nel caso di modo orientato alla connessione, il terminale interagisce solo con i corrispondenti con cui ha stabilito la connessione (permanente o commutata); l'interazione con eventuali altri terminali richiederebbe l'instaurazione preliminare di una connessione con conseguente ritardo di trasmissione che può essere indesiderato, specie nel caso di transazioni sporadiche o impulsive.

In definitiva, l'associazione fra i tipi di servizi e i modi di trasferimento può essere schematizzata come in figura 2 e riassunta come di seguito:

- i servizi isocroni impiegano in genere per il trasporto modi di trasferimento con connessione a circuito. Vedremo però nel corso di questa serie di articoli che la rete ATM, sebbene assimilabile ad una rete a pacchetto, cioè del tipo con connessione a circuito virtuale, consente il trasporto dei servizi isocroni tramite opportune funzioni di adattamento (emulazione di circuito). Gli sviluppi recenti della tecnologia connessa alla rete Internet, che si basa su un modo di trasferimento delle informazioni di tipo connectionless (protocollo IP), permette, anche per la modalità connectionless, la possibilità di trasporto dei servizi isocroni con tecniche di preallocazione di banda; tuttavia, questo appare un campo ancora con molte incertezze sebbene in rapida evoluzione;

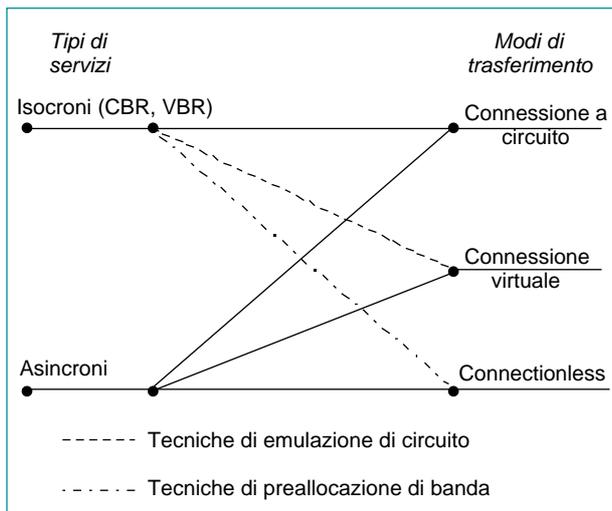


Figura 2 Tipi di servizi e modi di trasferimento delle informazioni.

- i servizi asincroni sono tipicamente trasportati con modi di trasferimento o di tipo connectionless o di tipo a connessione virtuale; essi naturalmente possono essere trasportati, ma in modo meno efficiente, anche con connessioni a circuito.

3. Classi di servizio previste nell'ATM

Come si è visto nel paragrafo precedente, i vari servizi di telecomunicazione generano le informazioni da trasmettere in modo molto diverso l'uno dall'altro, ponendo alla rete di trasporto requisiti differenziati ed a volte divergenti.

Il problema dell'impiego del modo di trasporto più adeguato ed efficiente per le varie situazioni ha trovato storicamente soluzioni basate su reti e protocolli specializzati per categorie di servizi; per esempio, sono state impiegate reti a commutazione di circuito per servizi isocroni (voce, video, ecc.) e reti a commutazione di pacchetto per i dati.

I Gestori delle reti di telecomunicazioni aspirano naturalmente a realizzare una rete unica, capace di rispondere efficacemente all'insieme delle esigenze di

tutti i servizi da fornire alla clientela. Questa aspirazione è andata crescendo negli ultimi anni a fronte dell'enorme aumento di nuovi servizi, con esigenze sempre più differenziate in termini di banda richiesta, di caratteristiche di impulsività (burstiness), di connettività, di interazione fra un numero crescente di terminali, ecc.

Come esempi di reti, sviluppate a fronte delle esigenze emergenti, possono essere citate quelle per trasmissione veloce di dati a pacchetto (Frame Relay, per dati fino a 2 Mbit/s) e quelle per trasferimento sporadico (impulsivo) di grandi quantità di dati e con esigenze di ampia connettività fra terminali (SMDS, per dati fino a 34 Mbit/s). In generale, si manifesta in modo sempre più evidente la necessità di soluzioni di rete che estendono su scala geografica (Wide Area Network; WAN) le caratteristiche di rete storicamente sviluppate per ambito locale (Local Area Network; LAN).

Da quanto sopra, risultano evidenti le ragioni degli sforzi e delle attese che sono state riposte negli sviluppi della tecnica di trasporto ATM, che può dare una risposta univoca alla grande maggioranza delle esigenze dei servizi esistenti, o in via di ideazione, e che prospetta la flessibilità necessaria anche per far fronte a servizi che saranno concepiti in futuro.

L'ATM infatti, pur essendo essenzialmente una tecnica a pacchetto, consente una capacità media di trasferimento delle informazioni (throughput) molto superiore alle reti a pacchetto tradizionali e al Frame Relay e garantisce altresì le prestazioni necessarie per le esigenze dei servizi isocroni. Essa offre quindi al contempo la flessibilità delle reti a pacchetto e le caratteristiche delle reti a circuito.

Per esaminare i requisiti richiesti al modello dei protocolli ATM dai vari servizi, ed in base a quanto indicato nel paragrafo precedente, questi ultimi si possono raggruppare in quattro classi (A, B, C, e D). La classificazione è riportata in tabella 1 ed è fatta con riferimento a tre caratteristiche principali: il modo di trasferimento dell'informazione (se orientato alla connessione o no), la frequenza di cifra (se costante o variabile), la necessità di temporizzazione (sincronizzazione) fra sorgente e destinazione (cioè la sensibilità o no alle variazioni del ritardo di trasmissione). Nella tabella 1 sono riportate anche alcuni esempi per ciascun tipo di servizio.

CLASSE	A	B	C	D
CARATT.CHE PRINCIPALI				
Modo di trasferimento delle informazioni	Con connessione	Con connessione	Con connessione	Senza connessione
Frequenza di cifra	Costante	Variabile	Variabile	Variabile
Sincronizzazione fra sorgente e destinazione	Si	Si	No	No
Tabella 1 Classi di servizio previste nell'ATM.	- voce e video, codificati CBR - ISDN - Circuiti PDH - Circuiti diretti	- voce e video, codificati VBR	- X.25 - Canale D dell'ISDN - Frame Relay	- Interconnessione di LAN - SMDS

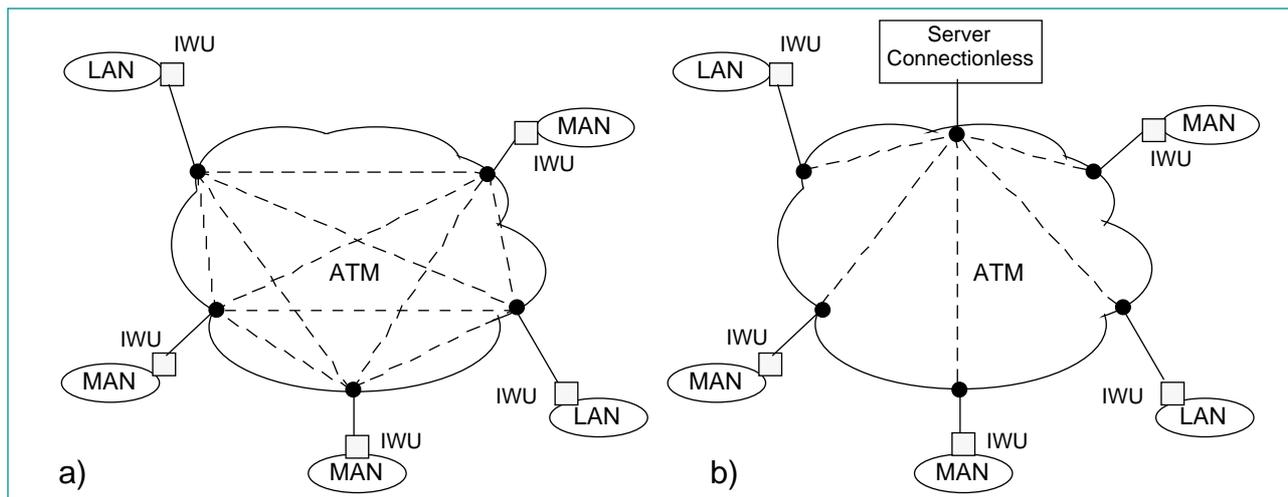


Figura 3 Servizi connectionless nella rete ATM: a) tramite una maglia di connessioni virtuali ATM; b) tramite un apposito nodo di rete (server connectionless).

Occorre notare che, come sarà precisato meglio più avanti, la tecnica ATM è di per sé un modo di comunicazione orientato alla connessione e può trasportare sia servizi che richiedono connessione sia quelli che non la richiedono. Se il servizio è di tipo connectionless esso può essere fornito o stabilendo connessioni virtuali ATM fra tutte le terminazioni interessate al servizio, oppure stabilendo connessioni virtuali ATM fra le terminazioni stesse ed un apposito nodo di rete (server connectionless), che provvede allo smistamento dei pacchetti. Nella figura 3 sono rappresentati i due casi, con riferimento alla interconnessione di un certo numero di MAN e di LAN che in genere operano con modi di trasferimento connectionless (ad es. SMDS per le MAN e Ethernet o Token Ring per le LAN); le funzioni di adattamento fra protocolli diversi delle MAN e delle LAN sono realizzate dalle unità di interlavoro (Interworking Unit; IWU).

4. Formato della cella

L'ATM effettua il trasferimento delle informazioni in formato numerico tramite unità elementari di trasporto, denominate celle. Il suo impiego ha una elevata incidenza su tutti i settori delle reti di TLC, dai servizi all'esercizio e manutenzione, dalle prestazioni alla gestione, ecc. Questa incidenza è in larga misura da ricollegarsi al modello dei protocolli dell'ATM e, in particolare, all'impiego di celle corte e di lunghezza fissa. Tutti i tipi di informazione (voce, dati, fax, immagini, video) sono trasportate tramite lo stesso formato di cella.

I criteri che hanno guidato la scelta della lunghezza delle celle possono essere ricondotti essenzialmente a due motivi che giustificano rispettivamente l'adozione della lunghezza fissa rispetto a quella variabile, nonché la scelta della specifica lunghezza impiegata per la cella.

4.1 Lunghezza fissa o variabile

Ciascuna delle due opzioni presenta vantaggi e

svantaggi in termini di complessità degli apparati e della rete ed in termini di efficienza nel trasporto delle informazioni.

I principali vantaggi della lunghezza fissa della cella, rispetto a quella variabile, sono connessi alla significativa riduzione di complessità degli apparati di moltiplicazione e di commutazione, nonché alla semplificazione del trattamento delle celle nella rete, venendo meno la necessità di determinare in ogni nodo le loro lunghezze.

Per quanto riguarda l'impatto sugli apparati, occorre tener presente che la necessità di trasportare flussi ad alta (155 Mbit/s, 622 Mbit/s) o altissima velocità (2,5 Gbit/s o più) richiede che la moltiplicazione e la commutazione siano effettuate in hardware e non in software (come per esempio capita nel Frame Relay, ove appunto per questa scelta la velocità rimane limitata intorno ai 2 Mbit/s). Così se le celle hanno la stessa lunghezza le operazioni possono essere sincronizzate con notevole semplificazione e quindi con risparmio di hardware. Per esempio, la commutazione risulta semplificata, come indicato schematicamente in figura 4, in quanto il passaggio delle celle attraverso la matrice di commutazione avviene con cadenza fissa, consentendo un funzionamento sincrono della macchina. Le celle di ingresso, che hanno una intestazione in cui è indicata la corrispondente porta di uscita, sono trasferite in blocco a queste porte mentre alle porte di ingresso sono predisposte le celle successive e così via con una ripetizione ciclica delle operazioni.

Se le celle fossero a lunghezza variabile potrebbero presentarsi nuove celle in ingresso ad alcune delle porte, mentre altre porte d'ingresso sarebbero ancora impegnate dalle celle precedenti più lunghe; occorrerebbe così trattare i flussi in modo differenziato da una porta all'altra, con una sensibile complicazione complessiva dell'apparato.

I vantaggi principali dell'impiego di una lunghezza variabile della cella sarebbero connessi alla possibilità di regolare la lunghezza in funzione dei requisiti dei diversi possibili servizi, nell'ottica di rendere massima l'efficienza del trasporto. Tenendo presente che

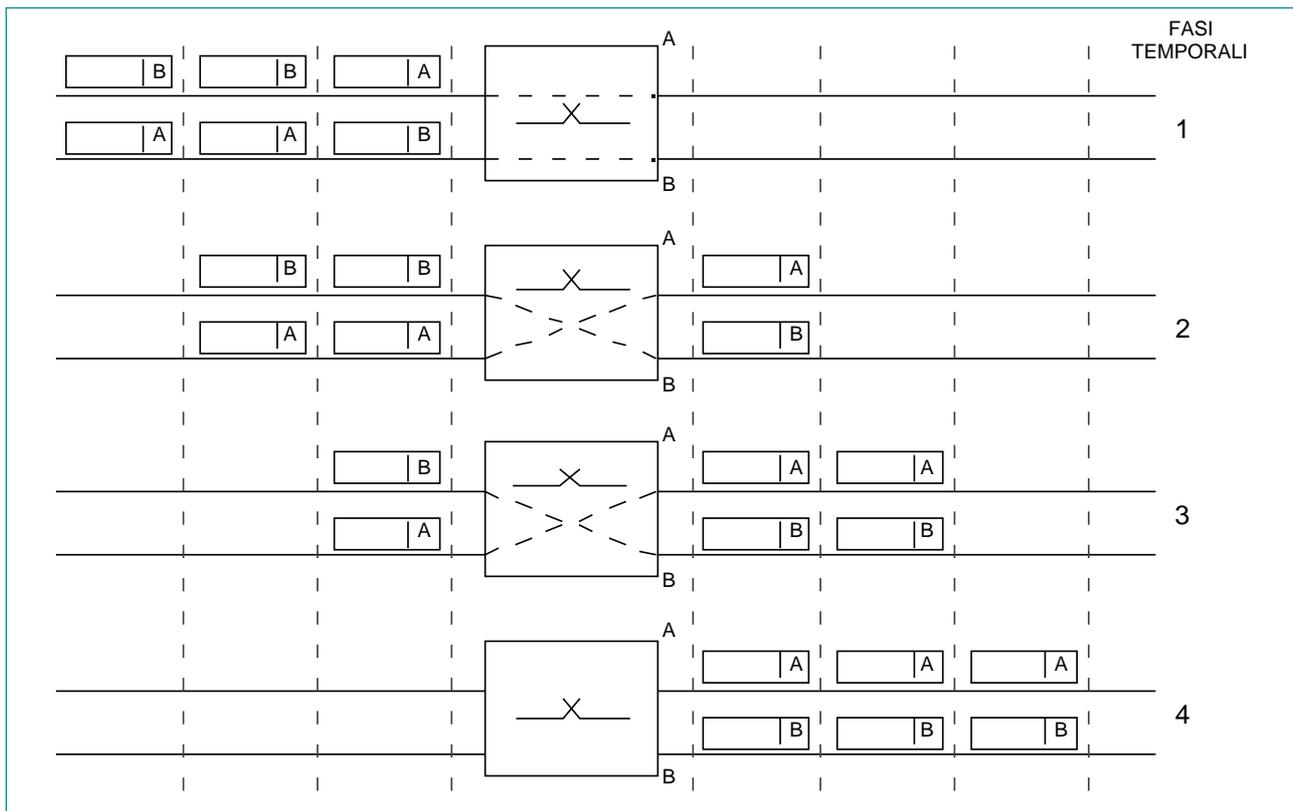


Figura 4 Commutazione sincrona di celle a lunghezza fissa.

la cella è costituita da due campi, uno che contiene le informazioni di servizio (header) e l'altro che porta informazioni di utente (payload), si avrebbe che all'aumentare della lunghezza delle celle diminuirebbe l'incidenza percentuale dell'header e quindi aumenterebbe l'efficienza del trasporto.

Per le considerazioni sopra riportate, e in particolare per quelle relative agli aspetti tecnologici, si è preferito scegliere una lunghezza fissa di cella; la complessità di commutatori di cella a lunghezza variabile avrebbe infatti costituito un collo di bottiglia rispetto alla crescente capacità di trasporto permessa dalla tecnologia della trasmissione su fibra ottica.

Questa scelta ha comportato però compromessi nella definizione successiva della lunghezza della cella per contemperare le esigenze anche contrastanti presentate dai diversi servizi.

4.2 Scelta della lunghezza della cella

La lunghezza esaminata in questo paragrafo è quella della parte utile (payload) della cella, essendo la parte di servizio (header) determinata da altri tipi di requisiti connessi con funzioni di rete, che saranno discussi nella terza parte del lavoro; per quello che occorre conoscere in questo paragrafo si può anticipare che la lunghezza del campo di servizio è di 5 bytes (vedi il formato della cella riportato in figura 5).

La lunghezza della cella è stata determinata tenendo presente quattro fattori principali: l'effetto sulla voce del ritardo per la costituzione dei pacchetti, l'efficienza del trasporto (incidenza dell'header), la

velocità della commutazione ed il tempo complessivo di attraversamento dei nodi di rete.

Il ritardo introdotto per la formazione dei pacchetti della voce è tanto minore quanto più corta è la lunghezza della cella; ma tanto più corta è la cella tanto maggiore è la perdita di efficienza nel trasporto per l'aumento della ridondanza cioè dell'incidenza dell'header. Il riempimento di n bytes di payload di una cella introduce un ritardo di $n \cdot 0,125$ ms per il singolo canale vocale.

Poiché negli standard internazionali è previsto l'impiego di cancellatori d'eco quando il ritardo di trasmissione end-to-end supera 25 ms, se si assume che in rete ci siano isole di rete ATM alternate con isole di rete tradizionali e che le isole di rete ATM attraversate non siano più di quattro, (quindi, non ci siano più di quattro formazioni di pacchetti in cascata), per evitare l'impiego dei cancellatori è necessario che:

$$4 \cdot n \cdot 0,125 < 25 \text{ ms}$$

Ciò ha portato alla scelta $n=48$.

Occorre tener presente che, poiché in rete esistono molti altri fattori di ritardo, la scelta non risolve sistematicamente il problema del controllo del ritardo in rete, quindi non garantisce che non siano necessari di cancellatori d'eco, tant'è che questo tema è ancora aperto ed è fra i più controversi per il trasporto della voce sulle reti ATM. A questo valore di n corrisponde una lunghezza complessiva della cella di 53 byte ed una riduzione dell'efficienza del trasporto di circa il

LA CELLA ATM: UN PACCHETTO IDEATO PER ESSERE TRATTATO CON COMPONENTI VLSI

- La lunghezza della cella ATM, pari a 53 bytes, è stata determinata dalla necessità di rispondere al meglio ad un insieme di requisiti, a volte contrapposti, riguardanti la semplicità realizzativa dei sistemi, le prestazioni richieste dalle varie categorie di servizi, l'efficienza nell'utilizzo dei mezzi trasmissivi, la semplicità della gestione delle risorse di rete e del traffico.
- La lunghezza fissa della cella ATM consente una sostanziale semplificazione del trattamento della stessa nei nodi di rete (segmentazioni dei flussi, riconoscimento delle celle, gestione delle memorie, unità di controllo delle matrici di commutazione, ecc.) permettendo una realizzazione molto spinta delle funzioni di moltiplicazione e commutazione con componenti VLSI. La realizzazione in hardware di queste funzioni permette ai nodi ATM di commutare flussi numerici a frequenza di cifra molto elevata (155 Mbit/s, 622 Mbit/s), adeguando le prestazioni della commutazione alle crescenti capacità trasmissive delle fibre ottiche.

10% (5/53), che per alcuni mezzi (per es. satelliti, radiomobili, sistemi radio), per i quali la banda rimane una risorsa preziosa, rappresenta una perdita non trascurabile. Valori inferiori della lunghezza della cella avrebbero peggiorato l'efficienza del trasporto riducendo altresì ulteriormente il tempo di commutazione di cella già molto stringente con celle da 53 bytes per flussi di 622 Mbit/s:

$$(53 \cdot 8) / 622 \cdot 10^{-6} = 0,681 \text{ ms}$$

Occorre inoltre notare che, poiché prima di essere commutata la cella è immagazzinata, più la cella è corta, minore è il tempo di attraversamento di ciascun nodo con conseguente riduzione del tempo complessivo di attraversamento della rete.

La scelta della lunghezza della cella è stata lungamente discussa in ambito internazionale ed il valore di 48 bytes è risultato anche dal compromesso finale fra la proposta europea di 32 bytes e quella americana di 64 bytes.

Le preferenze degli americani per una cella di 64 bytes, tendente a una utilizzazione più efficiente della banda di trasmissione, era giustificata dal fatto che, vista la estensione geografica del continente e la lunghezza dei collegamenti, la rete di telecomunicazione statunitense era già strutturalmente organizzata per il controllo dell'eco con ampio impiego di soppressori o cancellatori d'eco. Al contrario in Europa la rete è organizzata e progettata proprio per evitare il controllo dell'eco e quindi per escludere i cancellatori d'eco; la preferenza degli operatori di rete Europei era quindi per una lunghezza di 32 bytes.

Come uno dei molti compromessi che le attività di normalizzazione comportano a beneficio della disponibilità di uno standard mondiale, la scelta definitiva è stata per una lunghezza della cella di 48 bytes.

5. Generalità sul trasporto ATM

Come discusso nel paragrafo precedente, le celle ATM hanno una lunghezza fissa pari a 53 bytes e, come

indicato in figura 5, sono costituite da una parte di servizio (header) lunga 5 bytes ed una parte contenente le informazioni da trasportare (payload) lunga 48 bytes.

La parte di servizio della cella contiene tutte le informazioni necessarie per il suo trasferimento in rete ed in particolare per poter moltiplicare celle di un flusso informativo con quelle di altri flussi informativi per costituire flussi aggregati di celle e per poterle commutare nei nodi di rete. L'ATM è una tecnica asincrona di moltiplicazione e di commutazione delle informazioni; essa è asincrona nel senso che le celle relative ad un determinato flusso informativo possono susseguirsi in modo aperiodico ed essere trattate in rete (moltiplicate e commutate) senza vincoli sui tempi di interarrivo delle stesse (cioè sui periodi di separazione fra celle consecutive) ma salvaguardandone la sequenzialità. La moltiplicazione e la commutazione delle celle è possibile grazie a parametri identificativi delle stesse contenuti nella parte di servizio (header) e che costituiscono la base per l'identificazione delle connessioni virtuali ATM. Ad ogni cella sono associati due parametri identificativi: uno di canale virtuale (VCI, *Virtual Channel Identifier*) ed uno di percorso virtuale (VPI, *Virtual Path Identifier*). I parametri VPI e VCI servono a distinguere le diverse comunicazioni presenti su un flusso di celle risultante dalla moltiplicazione.

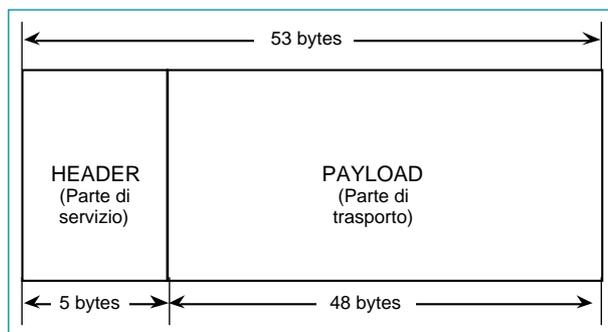


Figura 5 Formato della cella ATM.

zione di flussi di celle tributari. Questi parametri hanno validità solo locale (per esempio fra due nodi di commutazione) e non rappresentano indirizzi di rete per l'instradamento da parte a parte della rete, in quanto i percorsi delle celle sono prestabiliti in fase di instaurazione della connessione. In ogni nodo di commutazione esiste una tabella (tabella di instradamento) che stabilisce una corrispondenza fra i valori di VPI e di VCI dei flussi presenti ad una porta di ingresso con altri valori di VPI e di VCI dei flussi di predeterminate porte di uscita.

Un flusso di celle, che può anche essere all'interno di un flusso aggregato più grande, con lo stesso valore di VPI costituisce un cosiddetto *Percorso Virtuale (VP: Virtual Path)*. Le celle all'interno di un Percorso Virtuale possono avere valori di VCI uguali o diversi; i flussi che hanno gli stessi valori di VCI costituiscono i cosiddetti *Canali Virtuali (VC: Virtual Channel)*. Quindi un Percorso Virtuale può contenere uno o più Circuiti Virtuali.

La moltiplicazione e la commutazione delle celle avviene con le seguenti modalità: quando un moltiplicatore o un commutatore riceve una cella in una porta d'ingresso ne legge gli identificativi, consulta la tabella di instradamento e determina la porta d'uscita ed i nuovi parametri identificativi. La cella viene quindi inviata nella porta d'uscita con i nuovi parametri identificativi. Più precisamente, come mostrato in figura 6, è modificato solo il valore di VPI e non di VCI, se la commutazione/permutazione riguarda il Percorso Virtuale (nella figura VP2, VP3, VP4); sono modificati entrambi i parametri se la commutazione/permutazione riguarda il Circuito Virtuale (nella figura VP1). L'ope-

razione si ripete in tutti i nodi attraversati dalla cella.

Le tabelle di instradamento sono configurate in fase di instaurazione della connessione. La concatenazione-successione di tutti i VC (o VP) che costituiscono una connessione si chiama appunto *Connessione a Canale Virtuale (VCC: Virtual Channel Connection)* o *Connessione a Percorso Virtuale (VPC: Virtual Path Connection)*.

I concetti di Connessione a Canale Virtuale e di Connessione a Percorso Virtuale saranno ripresi nel paragrafo 6.

Il trattamento di parametri contenuti nel header delle celle e in particolare dei VCI e dei VPI, serve per il trasporto delle celle e costituisce il cosiddetto livello ATM.

Occorre segnalare che il trasporto con celle ATM (o livello ATM) è indipendente dai servizi forniti, e che esso è utilizzato in modo indifferenziato anche per le informazioni di gestione e di manutenzione della rete. Come sarà discusso nel paragrafo 7, le funzioni necessarie ad adattare le caratteristiche-prestazioni alle esigenze specifiche dei vari servizi forniti fanno parte del livello superiore a quello ATM, denominato livello di adattamento (*AAL: ATM adaptation layer*), e sono realizzati ai bordi della rete; anche le informazioni necessarie per l'espletamento di queste funzioni sono trasportate nel payload delle celle.

6. Connessioni virtuali ATM

Come abbiamo detto in precedenza, le connessioni ATM sono di tipo virtuale; non c'è quindi un'allocazione permanente di banda trasmissiva alla connessione; bensì l'allocazione avviene nei tempi e nelle quantità relativi alla effettiva presenza di celle da trasportare. La tecnica consente una ripartizione dinamica delle risorse trasmissive fra una moltitudine di utenti e/o di applicazioni, con una efficienza di utilizzazione molto elevata delle stesse. Nel caso si verifichi una richiesta simultanea da parte di più utenti che satura la capacità massima, corrispondente alla capacità del sistema trasmissivo, si possono verificare scarto di celle e/o introduzione di ritardi con conseguenze possibili sulla qualità del servizio. Per controllare questi fenomeni di degrado, l'utente può definire, in fase di instaurazione della connessione, le caratteristiche principali del traffico offerto e, in particolare, la banda di picco richiesta e la qualità del servizio, in termini di massima percentuale accettabile di celle perse e di massima variabilità consentita al ritardo trasmissivo.

Le connessioni virtuali ATM possono essere instaurate o su base semipermanente, tramite apposito centro di gestione (connessioni virtuali permutate), oppure su base chiamata, tramite apposito sistema di segnalazione.

Come detto nel paragrafo precedente, esistono due tipi di connessioni virtuali ATM: le connessioni a percorso virtuale VPC e le connessioni a canale virtuale VCC. I due tipi di connessioni logiche sono stati concepiti per ottenere un'alta flessibilità nell'allocazione delle risorse di rete, sia fra utenti diversi sia fra diverse applicazioni per una stessa connessione.

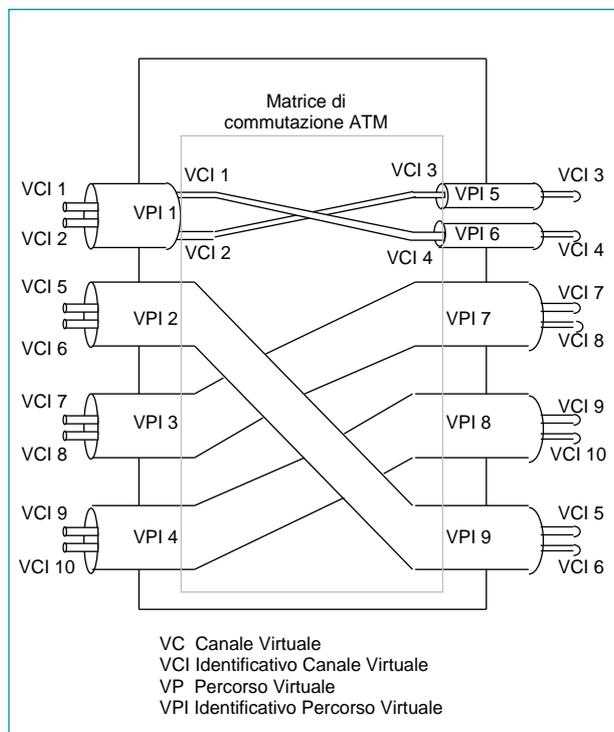


Figura 6 Permutazione di VP e commutazione di VC.

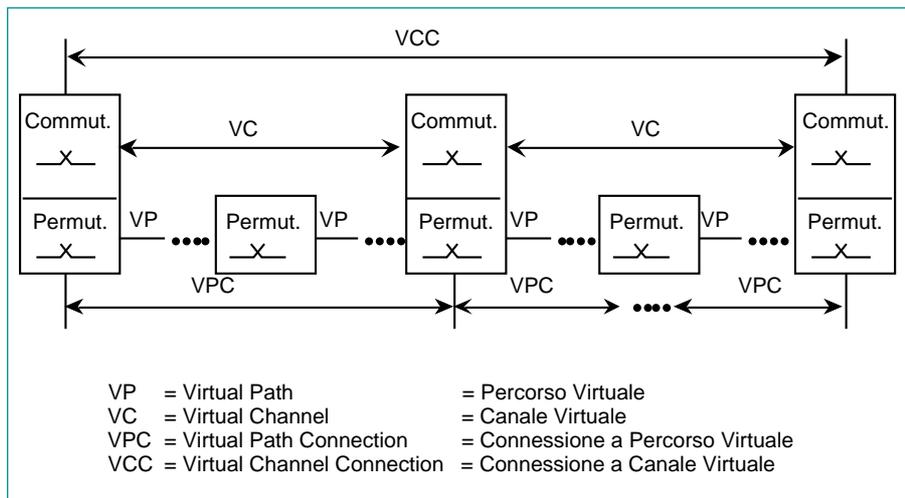


Figura 7 Connessioni virtuali ATM.

Le connessioni VPC e VCC hanno valenza di rete, nel senso che possono essere instaurate fra punti terminali della rete (end-to-end) oppure possono essere impiegate per collegare fra loro elementi della stessa rete (nodi, sistemi trasmissivi, multiplatori, ecc.). Esse sono costituite da concatenazioni di una o più sezioni virtuali di valenza locale, nel senso che sono definite ed instaurate fra due elementi contigui di rete, di cui uno rappresenta il punto di generazione e l'altro quello di terminazione. Le sezioni costituenti il VPC sono i VP; quelle costituenti il VCC sono i VC; questi sono identificati rispettivamente con i parametri VPI e VCI previsti nell'header della cella come discusso nel paragrafo 5.

Una rappresentazione schematica delle definizioni delle connessioni logiche ATM è riportata in figura 7.

In sintesi può essere sottolineato che:

- la VCC è una connessione virtuale tipicamente instaurata e rilasciata dinamicamente su base chiamata; essa è in genere impiegata per chiamate o per sessioni di breve durata ed è in genere direttamente correlata col servizio d'utente. La connessione VCC è di solito stabilita da utente ad utente, cioè generata e terminata ai bordi della rete, ed all'interno della stessa può attraversare diverse VPC in cascata;
- la VPC è una connessione virtuale tipicamente instaurata e rilasciata su base prenotazione attraverso un sistema di gestione; essa può contenere diverse VCC ed è, quindi, in genere impiegata per trattare in modo solidale nella rete insiemi di VCC che percorrono lo stesso tratto di rete, oppure è impiegata per applicazioni d'utente con impegni di lunga durata. La VPC si presta ad essere usata per la protezione di rete contro guasti di apparati, degradi di prestazioni trasmissive, ecc.

Nel seguito, per brevità, faremo riferimento ai VP ed ai VC intendendo che quanto si dice per loro vale corrispondentemente per i VPC e VCC.

Le entità logiche VP e VC attingono alle funzioni di trasporto delle celle ATM, quindi ai livelli fisici ed ATM, e sono perciò definite e trattate (multiplate,

permutate, commutate) dal livello ATM.

I VP sono usati per una prima ripartizione della capacità trasmissiva di un collegamento; la capacità trasmissiva allocata a ciascun VP può essere, a sua volta, ripartita fra diversi VC, come indicato in figura 8.

La stratificazione a due livelli (VP e VC) del trasporto ATM è indipendente dal mezzo trasmissivo e semplifica la progettazione, lo sviluppo e l'esercizio della rete, consentendo una indipendenza fra gli sviluppi tecnologici relativi al sistema trasmissivo, ai permutatori (che trattano i VP), ed ai commutatori (che tratta-

no i VC). Occorre notare che la permutazione e la commutazione operano sulle stesse entità, cioè le celle ATM; i due tipi di funzioni possono quindi essere svolte con lo stesso hardware (matrice di commutazione), tant'è che le funzioni di permutazione e di commutazione possono essere realizzate nello stesso nodo di rete ATM come era già stato indicato schematicamente in figura 6.

7. Funzioni di adattamento dell'ATM ai requisiti delle varie classi di servizio

Come accennato precedentemente, l'ATM si basa su un modo di trasferimento delle informazioni con connessione virtuale, commutata o permanente, tramite celle di lunghezza fissa. Nel trasferimento da un punto all'altro della rete, le celle subiscono in genere diversi trattamenti come ad esempio la multiplazione, l'immagazzinamento in memoria, la commutazione, la trasmissione, e sono, perciò, soggette ad una serie di degni dovute alle congestioni, agli errori di trasmissione, alle perdite di celle, al jitter, che ne alterano il contenuto e gli intervalli di interarrivo. In fase di ricezione occorrono, quindi, funzioni di adattamento adeguate (funzioni o protocolli di ATM Adaptation Layer, AAL) per il recupero delle informazioni corrette dal flusso delle celle ricevute.

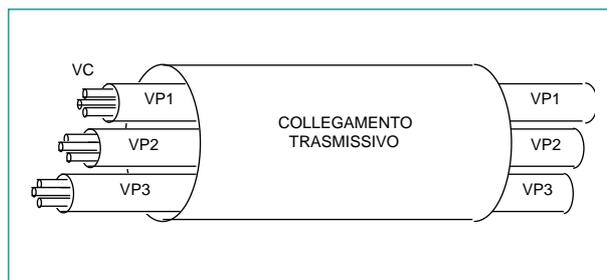


Figura 8 Connessioni virtuali VP e VC.

Prima di discutere brevemente i vari tipi di AAL, è opportuno puntualizzare l'importanza concettuale e pratica della separazione fra le funzioni AAL ed il loro posizionamento in rete e le funzioni di commutazione ed instradamento delle celle (livello ATM).

Occorre a questo scopo notare che le funzioni AAL sono più complesse del trattamento delle celle nel livello ATM e richiedono un impiego di risorse elaborative notevolmente superiore.

La separazione fra livello ATM e livello AAL ha permesso una semplificazione considerevole delle funzioni dei nodi di rete consentendone la realizzazione in hardware con evidenti vantaggi di velocità; le funzioni AAL più complesse (generalmente realizzate in software) sono invece relegate in nodi specifici della rete, tipicamente dislocati ai bordi della rete stessa, in prossimità dell'interconnessione con l'apparato di utente, ove occorre restituire le informazioni correttamente recuperate. Al riguardo è opportuno evidenziare che la possibilità di disporre le funzioni AAL solo ai bordi della rete ATM è consentita dalle caratteristiche di alta qualità e di banda dei mezzi trasmissivi più evoluti (fibre ottiche, ponti radio). Viceversa, nelle reti a pacchetto tradizionali (ad es. per quelle in accordo con la Racc. X.25 ITU), a causa delle limitate prestazioni dei mezzi trasmissivi, tutte le funzioni di controllo dovevano essere svolte tratta per tratta e quindi in tutti i nodi della rete; questo vincolo ha di fatto impedito che la velocità massima di trasmissione dati superasse i 2 Mbit/s.

In effetti, in dipendenza dei servizi offerti dalla rete e/o della sofisticazione dei terminali, le funzioni AAL possono essere introdotte nella rete o nei terminali; le due possibilità sono indicate in figura 9. In particolare, la figura 9a) rappresenta il caso in cui la rete offre servizi del tipo emulazione di circuito, accessi Frame Relay o SDMS tramite le apposite funzioni AAL localizzate nei nodi terminali della rete stessa. La figura 9b) rappresenta invece il caso in cui la rete offre il semplice trasporto di celle ATM (connessioni virtuali) mentre

le funzioni (o protocolli) AAL sono realizzate nei terminali, insieme alle funzioni corrispondenti ai livelli di ordine superiore.

Riprendiamo ora il discorso dei tipi di funzioni AAL in relazione alle varie classi di servizio con una breve sintesi delle principali funzioni svolte dai vari tipi di AAL, rimandando una descrizione più dettagliata alla terza parte di questo lavoro introduttivo sull'ATM. Le funzioni sono dipendenti dai requisiti delle varie categorie di servizi, per cui sono state studiate caratteristiche specifiche AAL per ciascuna classe dei servizi riportate nella tabella 1.

In pratica, sono stati previsti cinque tipi di protocolli AAL, cioè tipo 0;1;2;3/4 e 5; originariamente si consideravano distinti i tipi 3 e 4 che sono successivamente stati fusi in un unico tipo 3/4. Per le classi di servizi A e B, che richiedono una sincronizzazione fra sorgente e destinazione e comprendono i servizi con esigenze di interazione in tempo reale, sono previste rispettivamente le funzioni AAL1 e AAL2.

L'AAL1 provvede anzitutto a segmentare le informazioni a frequenza di cifra costante (CBR), in secondo luogo ad inserirle in un flusso di celle ATM, a controllare gli errori di trasmissione ed a rilevare la eventuale mancanza di celle perdute o la presenza di celle spurie e soprattutto a mantenere la temporizzazione corretta fra sorgente e destinazione; queste funzioni sono svolte impiegando uno dei byte del payload del-

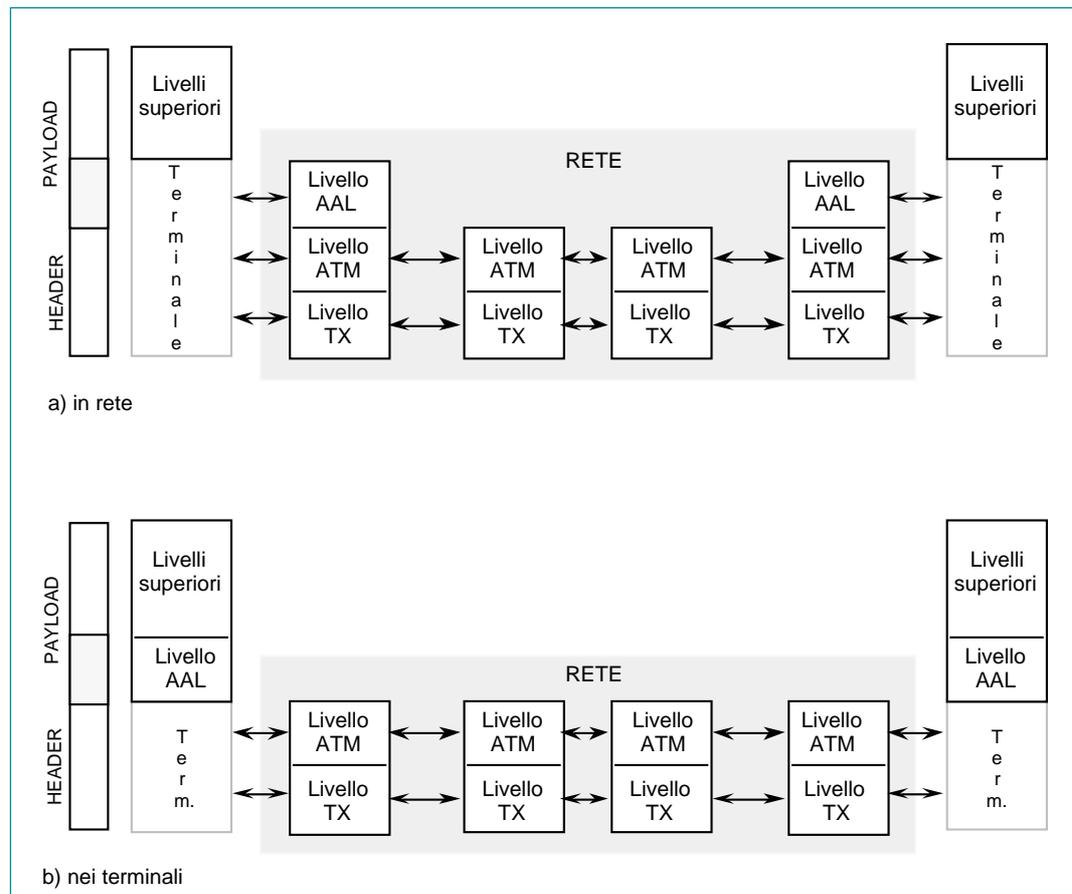


Figura 9 Collocazione delle funzioni AAL.

LA SEPARAZIONE FRA IL TRASPORTO ATM ED IL PROTOCOLLO DI ADATTAMENTO AAL (ATM ADAPTATION LAYER)

- Un concetto importante sotteso nella normativa sull'ATM è la separazione fra il trasporto dei flussi informativi con celle ATM (trasporto ATM o livello ATM) e le funzioni (o protocollo) di adattamento AAL necessarie per adeguare le caratteristiche e le prestazioni di questo trasporto ai requisiti delle varie classi dei servizi forniti.
- La separazione suddetta consente, da una parte, di rendere il livello ATM indipendente dai servizi forniti con grande semplificazione ed unificazione del trasferimento dell'informazione, dall'altra di relegare la realizzazione delle funzioni di adattamento AAL, complesse e molto impegnative in termini di software nonché dipendenti dai servizi forniti, ai bordi della rete, cioè nella interfaccia per l'interconnessione tra l'utente e la rete.

la cella, con conseguente riduzione del carico utile a 47 bytes. La relazione di temporizzazione fra sorgente e destinazione è mantenuta o trasmettendo esplicitamente riferimenti temporali dalla sorgente alla destinazione, oppure sulla base del tasso medio di arrivo delle celle in ricezione, come meglio chiarito in [2].

L'AAL2, oltre a svolgere alcune funzioni analoghe a quelle dell'AAL1, dovrebbe anche provvedere a trasferire indicazioni sulla lunghezza delle unità dati dalla sorgente alla destinazione. Complessivamente l'AAL2 dovrebbe impegnare 4 bytes, per cui il payload della cella sarebbe ridotto a 44 bytes. Occorre tuttavia notare che l'AAL2 è in corso di studio già da diversi anni, senza risultati apprezzabili.

Per le classi di servizio C e D, essenzialmente impiegate per la trasmissione dati, sono in genere utilizzate le funzioni AAL3/4 e AAL5.

In origine il protocollo AAL di tipo 3 era previsto prevalentemente per trasmissione dati con modo di trasferimento con connessione, mentre l'AAL di tipo 4 era previsto per trasmissione dati con modo connectionless. Molte funzioni dei due protocolli sono comuni, tant'è che si parla di protocollo unico AAL 3/4 in cui, in pratica, l'AAL4 risulterebbe un sottoinsieme dell'AAL3. Le funzioni principali consistono nella segmentazione e nel riassemblaggio delle unità dati da trasmettere, nella rilevazione e nella correzione di errori e di celle perse o spurie, nonché nella allocazione della memoria necessaria alla ricezione delle unità dati.

Complessivamente, il protocollo AAL3/4 impegna 4 bytes, riducendo il payload della cella a 44 bytes.

Il protocollo AAL5 è stato definito a partire da quello AAL3/4 introducendo semplificazioni nel controllo e nella rilevazione degli errori per l'impiego con portanti trasmissivi di alta qualità, per cui l'AAL5 comporta minori elaborazioni e overhead, essendo orientato più specificatamente alle esigenze di trasmissione dati con modo di trasferimento a connessione.

L'AAL di tipo 0 indica, in effetti, l'assenza delle funzioni di adattamento; questa situazione si verifica nel caso di trasmissione di dati già strutturati in pacchetti di 48 bytes, che sono inseriti direttamente nelle celle ATM; è il caso, per esempio, in cui è il sistema d'utente che effettua le funzioni di adattamento fra il livello ATM ed i vari tipi di servizi; l'AAL0 è anche u-

sato per il trasporto di informazioni di esercizio e di gestione della rete.

8. ATM e ISDN a larga banda (B-ISDN)

La tecnica di trasferimento asincrona ATM è stata scelta dal CCITT (ora ITU-T) come tecnica di trasporto delle informazioni per la ISDN a larga banda (B-ISDN) nel 1988.

Da allora la penetrazione concettuale e sistemistica fra tecnica ATM e rete B-ISDN negli standard internazionali, è diventata tale che i due termini sono oggi usati quasi come sinonimi.

La nuova tecnica presenta vantaggi significativi, rispetto alle tecniche tradizionali, per la realizzazione di una rete a larga banda integrata nei servizi e nelle tecniche. In particolare essa consente:

- la possibilità di essere impiegata sia per servizi a larga banda (TV numerica, HDTV, multimediali, ecc.) sia per i servizi tradizionali a banda stretta inclusa la voce. Occorre notare al riguardo i diversi stadi di maturazione degli standard e delle effettive realizzazioni in relazione ai vari servizi; oggi si hanno applicazioni commerciali solo per trasmissioni di dati e servizi multimediali a larga banda;
- l'integrazione del trasporto dei servizi e delle tecniche sia nella rete di accesso sia in quella di transito. Questa possibilità è un sensibile miglioramento rispetto all'ISDN per la quale l'integrazione è prevista nell'accesso mentre nel trasporto sono ancora impiegate diverse reti per diversi servizi (PSTN, X.25, ecc.);
- l'uniformità di trasporto di servizi fra reti private (LAN) e reti pubbliche geografiche;
- una maggiore flessibilità di impiego della capacità trasmissiva, grazie alla possibilità di una granularità più fine e di variazione della stessa anche nel corso di una stessa chiamata. Questa caratteristica risulta di particolare beneficio nel caso di sorgenti con traffico significativamente variabile (interconnessione di LAN, servizi multimediali ecc.) e per il possibile sviluppo di nuovi servizi non ancora concepiti.

Queste prospettive, che indicano l'ATM come

tecnica unificante dei servizi e dei sistemi di telecomunicazioni, si concretizzeranno progressivamente nella realtà delle reti con la maturazione della tecnologia e dei relativi sistemi di gestione, con la crescita delle applicazioni d'utente e la disponibilità di soluzioni complessive di rete a costi competitivi.

La disponibilità di un insieme di prescrizioni standard adeguate per garantire l'interoperabilità delle reti e dei sistemi d'utente è un requisito essenziale per l'affermazione e lo sviluppo dell'ATM e dei servizi connessi. L'esigenza di una normalizzazione per l'ATM è tanto sentita nel mondo delle telecomunicazioni che sono in corso, come accennato precedentemente, sforzi notevoli in vari organismi di standardizzazione. I primi standard ATM sono stati elaborati dall'ITU-T nel 1988 con contributi di varie organizzazioni regionali come l'ANSI (*American National Standard Institute*) e l'ETSI (*European Telecommunications Standardization Institute*). Da allora le attività di normalizzazione sono proseguite alacremente sia per quanto concerne i dettagli della tecnica di trasferimento dell'informazione sia per quanto riguarda il supporto dei vari tipi di servizi. Un altro Ente fortemente impegnato nella risoluzione dei problemi della interoperabilità delle reti ATM e dei sistemi connessi è l'ATM Forum, un consorzio di più di 700 aziende, che opera con prevalente attenzione alle reti e ai sistemi privati e con grande sensibilità verso le esigenze che emergono dal mercato che possono essere soddisfatte con prodotti basati su ATM [1]. La missione dell'ATM Forum, rispetto all'attività formale e tradizionale dell'ITU-T, è quella di stimolare, di accelerare e di complementare gli standard internazionali prodotti dall'ITU-T.

Gli standard ATM si riferiscono alle interfacce più significative per l'interconnessione dei sistemi e delle reti identificate nell'ambito di modelli generali di re-

te; la figura 10 mostra le interfacce che sono state definite o sono ancora in corso di definizione presso gli organismi prima citati.

L'interfaccia ATM utente-rete (*UNI, User-to-Network Interface*) stabilisce il confine fra gli apparati o i sistemi ATM d'utente e la rete ATM. La UNI è detta privata o pubblica a seconda che la rete ATM sia privata o pubblica; una rete privata ATM può essere interconnessa alla rete pubblica attraverso una UNI pubblica.

L'interfaccia ATM *NNI (Network Node Interface)* stabilisce la demarcazione fra due sistemi ATM per l'interconnessione fra reti diverse sia a livello nazionale sia internazionale. La NNI è detta privata (*P-NNI*) o pubblica a seconda che i sistemi interconnessi appartengano alla rete privata o a quella pubblica. Le UNI e NNI sono diverse fra loro e specificano nei punti relativi le caratteristiche delle interfacce fisiche e del livello ATM, cioè i parametri necessari ad espletare sulle celle ATM le funzioni di moltiplicazione, commutazione ed instradamento, dette appunto funzioni di livello ATM, nonché le procedure di segnalazione per instaurare, terminare e gestire le connessioni ATM.

La P-NNI è in corso di definizione nell'ATM Forum e comprende anche protocolli di controllo della rete, incluse nuove modalità di instradamento del traffico tramite la propagazione di informazioni topologiche della rete che consentono ai nodi di determinare autonomamente percorsi (*paths*) fra punti di accesso alla rete su cui instaurare successivamente, tramite segnalazione, la connessione. Questi meccanismi sono derivati da meccanismi analoghi esistenti su Internet; in generale le attività di ATM Forum sulla P-NNI presentano forti analogie con attività similari che l'IETF svolge sulle relazioni fra IP ed ATM prospettando sviluppi con alta integrazione fra protocolli/tec-

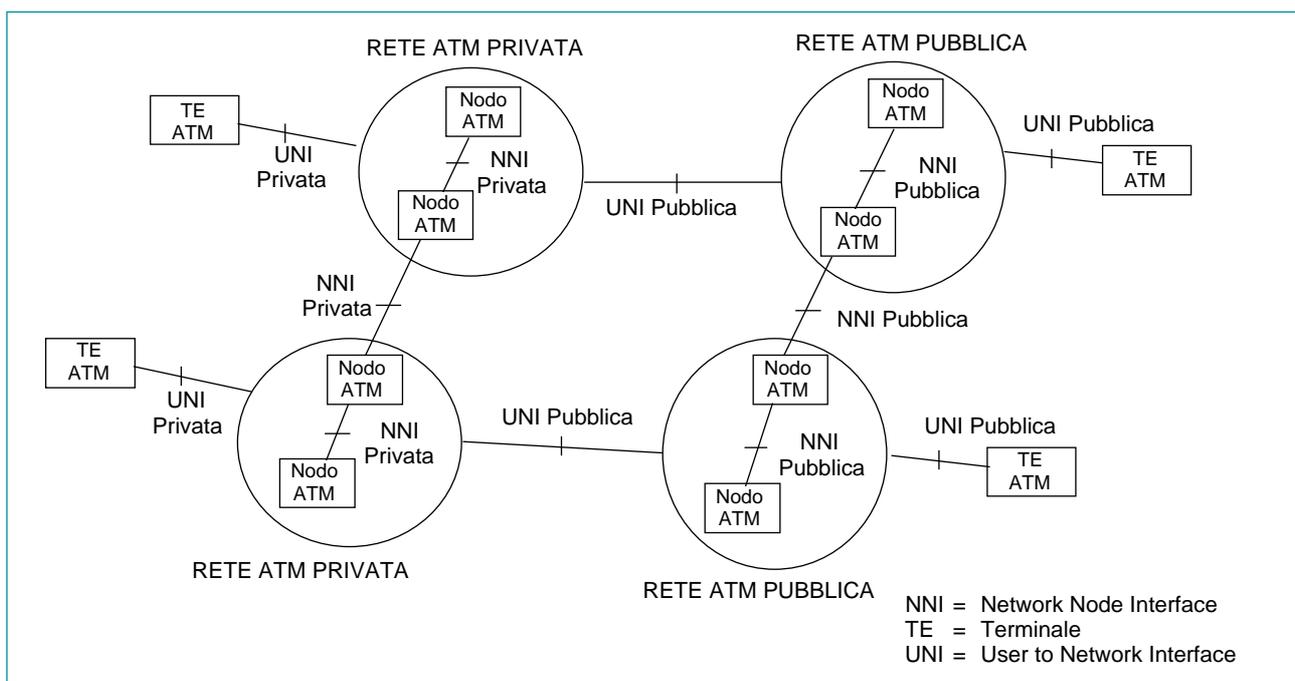


Figura 10 Reti ed interfacce ATM.

nologie IP e tecnologia ATM.

Per la interconnessione di reti ATM pubbliche, in ATM Forum è stata definita anche una interfaccia *B-ICI (Broadband Inter-carrier Interface)*, che consente connessioni ATM end-to-end attraverso due o più reti pubbliche per una varietà di servizi. In sostanza rispetto alla NNI è previsto l'interlavoro non solo per il livello ATM ma anche per i servizi che utilizzano questa rete come supporto come, per esempio, il Frame Relay, l'emulazione di circuito e l'*SMDs*.

La definizione degli aspetti di rete della B-ISDN e delle relative architetture funzionali è stata dedotta per estensione da quella della ISDN, tenendo peraltro conto delle caratteristiche peculiari dell'ATM e dell'interlavoro con le reti esistenti.

In figura 11 è riportato, a titolo esemplificativo, il modello di riferimento per la rete B-ISDN tratto dalla Racc. I.327 dell'ITU-T. In essa sono rappresentati gli apparati propri dell'utente, rappresentati dal blocco funzionale *TE (Terminal Equipment)*, il complesso delle funzionalità dei cosiddetti "servizi portanti" denominate *Low Layer Capabilities* tra le quali sono evidenziate le funzionalità a larga banda, e il complesso di caratteristiche che permettono la fornitura di servizi di rete di tipo più evoluto, (denominate anche *High Layer Capabilities*). La figura mostra, inoltre, le funzionalità di segnalazione e precisamente quelle poste all'interfaccia tra l'utente e la rete, quelle all'interno della rete e quelle da utente a utente, a cui possono essere assimilate anche quelle per il controllo dei servizi offerti da fornitori di servizi, come il reperimento di informazioni da centri servizi.

Per quanto riguarda le configurazioni di accesso, secondo la Racc. I.413 dell'ITU sono possibili diverse soluzioni, sostanzialmente riconducibili ai due ca-

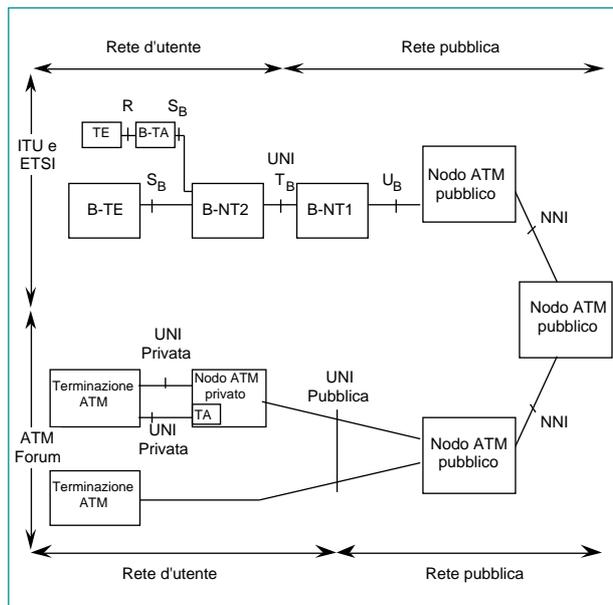


Figura 12 Modello di riferimento per l'accesso alla B-ISDN.

si illustrati nella parte alta della figura 12: i terminali (TE, siano essi a larga banda o no) accedono alla rete attraverso sistemi di adattamento (*Broadband Terminal Adaptor, B-TA*), se necessario, e di terminazione di rete (*Network Termination, NT*). In particolare, sempre ricalcando l'approccio e la terminologia ISDN, le terminazioni di rete possono essere puramente trasmissive (B-NT1) oppure contenere funzioni di controllo (B-NT2). Nella parte bassa della figura 12 sono riportate le configurazioni considerate in ATM Forum; l'unica differenza di rilievo rispetto al modello ITU è la localizzazione della frontiera tra rete pubblica e privata.

Nel modello ITU-T/ETSI il blocco B-NT1 provvede a svolgere le operazioni di ricetrasmisione verso la linea d'utente ed a terminare tutte le informazioni di gestione e manutenzione, da un lato verso la linea stessa e dall'altro verso la postazione d'utente (B-NT2). In questo modo è possibile separare i due domini di competenza del gestore di rete e dell'utente.

Il livello trasmissivo della interfaccia tra l'utente e la rete a larga banda prevede due opzioni: una utilizzando le gerarchie esistenti, asincrona PDH e sincrona SDH, ed una basata su un

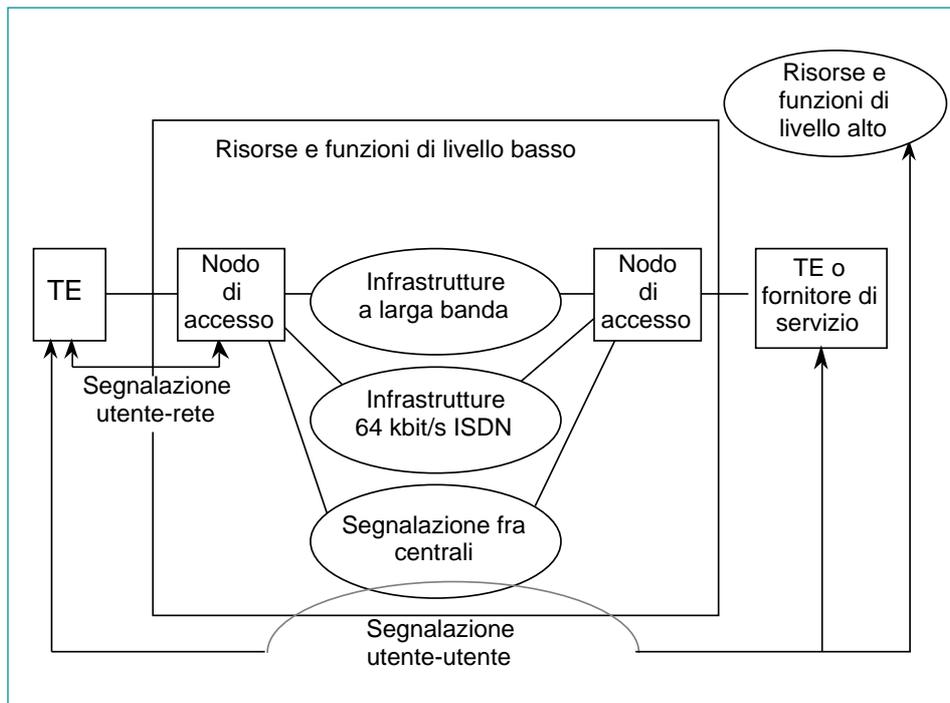


Figura 11 Modello generale della rete B-ISDN.

flusso continuo di celle ATM (Cell based).

Per ogni terminazione di rete B-NT è possibile avere solo una interfaccia al punto di riferimento T_B ed una topologia del sistema trasmissivo di tipo punto-punto e quindi con un solo ricevitore collegato ad ogni trasmettitore. Configurazioni punto-multipunto sono possibili ma a livelli superiori a quello trasmissivo.

Pur considerando che la fibra ottica è il portante trasmissivo che si presta meglio per essere utilizzato nel collegamento utente rete per le sue ben note caratteristiche (larghezza di banda, immunità ai disturbi elettromagnetici, peso, ingombro, ecc.), è considerata anche la possibilità di utilizzo di altri portanti trasmissivi (quali cavi coassiali, i cavi a coppie simmetriche, ecc.) al fine di consentire il massimo impiego nelle diverse realtà operative.

9. Conclusioni

La tecnica di moltiplicazione e di commutazione ATM costituisce un elemento importante nel processo di convergenza delle tecnologie dell'informazione con quelle delle telecomunicazioni e della diffusione televisiva. Essa infatti concorre al potenziamento delle reti di telecomunicazione per offrire una più vasta gamma di servizi, nell'ottica dello sviluppo di una futura "Società dell'Informazione" basata su una diffusa disponibilità, accessibilità e circolazione di informazioni di vario tipo.

In diverse parti del mondo cominciano ad essere realizzate infrastrutture di rete basate sulla nuova tecnica di trasporto dell'informazione ad alta velocità, particolarmente adatta allo scenario della Società dell'Informazione per la sua generalità di impiego, in quanto consente di trattare in modo integrato segnali vocali, dati, immagini e video e rispondendo alle esigenze sia delle reti locali sia di quelle pubbliche.

Questa tecnica si basa su un quadro normativo internazionale ben assestato sia per quanto riguarda le caratteristiche fondamentali che per il suo impiego in rete, maturato nell'ottica dello sviluppo di una rete integrata a Larga Banda (B-ISDN) con il concorso sia delle attività svolte in ambito ITU-T (e quindi nell'ambiente "classico" della standardizzazione internazionale delle telecomunicazioni), sia delle parallele attività svolte in ambito ATM-Forum (con il significativo contributo dell'ambiente informatico).

Nell'articolo è stata evidenziata la flessibilità della tecnica ATM che la rende adeguata alle esigenze delle diverse modalità di generazione e trasferimento delle informazioni nelle moderne reti di telecomuni-

cazioni. Sono stati inoltre riassunti i criteri che hanno guidato la scelta della lunghezza delle celle ATM e sono stati introdotti i criteri di separazione fra il trasporto con celle ATM e le funzioni di adattamento di questo trasporto ai requisiti delle varie classi di servizi. È stato infine chiarito l'impiego della tecnica ATM nel contesto complessivo dello sviluppo della B-ISDN.

Abbreviazioni

AAL	=	ATM Adaptation Layer
ANSI	=	American National Standard Institute
ATM	=	Asynchronous Transfer Mode
B-ISDN	=	Broadband Integrated Services Digital Network
B-NT	=	Broadband Network Termination
B-TA	=	Broadband Terminal Adaptor
CBR	=	Constant Bit Rate
DLCI	=	Data Link Connection Identifier
HDTV	=	High Definition TV
IETF	=	Internet Engineering Task Force
IP	=	Internet Protocol
IWU	=	Interworking Unit
LAN	=	Local Area Network
NNI	=	Network Node Interface
NT	=	Network Termination
SDH	=	Synchronous Digital Hierarchy
SMDS	=	Switched Multimegabit Data Service
TA	=	Terminal Adaptor
TE	=	Terminal Equipment
UNI	=	User Network Interface
VBR	=	Variable Bit Rate
VC	=	Virtual Channel
VCC	=	Virtual Channel Connection
VCI	=	Virtual Channel Identifier
VP	=	Virtual Path
VPC	=	Virtual Path Connection
VPI	=	Virtual Path Identifier
WAN	=	Wide Area Network

Bibliografia

[1] Fioretto, G.: *La standardizzazione nelle Telecomunicazioni*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».

[2] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM - Aspetti di rete*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».

ATM - Aspetti di rete

E. GARETTI
R. PIETROIUSTI

Questo articolo è la seconda delle tre parti costituenti un lavoro introduttivo di una serie sulla tecnica ATM.

Questa seconda parte è dedicata all'analisi degli aspetti più rilevanti connessi con l'impiego della tecnica ATM nelle moderne reti di telecomunicazioni, con particolare riferimento alla qualità del servizio, all'utilizzazione dei sistemi trasmissivi di tipo sincrono (SDH) per il trasporto di flussi ATM ed alle interrelazioni con le nuove modalità di trasporto che sono alla base di Internet.

Il lavoro riassume altresì le principali applicazioni della tecnica in oggetto ed alcuni dei problemi più rilevanti oggi ancora aperti.

1. Introduzione

L'impiego della tecnica ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) nelle reti di telecomunicazioni rappresenta una tappa significativa per lo sviluppo di nuove infrastrutture a larga banda con caratteristiche di elevata flessibilità, adatte a trattare un'ampia gamma di servizi ed applicazioni (in particolare di tipo multimediale), nell'ottica della progressiva convergenza fra telecomunicazioni, informatica ed intrattenimento.

D'altra parte, l'impiego della nuova tecnica comporta una serie di problemi anche di notevole complessità e richiede l'adozione di nuovi criteri di progettazione, di realizzazione, di controllo e di gestione delle reti.

Alcuni di questi problemi sono connessi anche con la tipologia del traffico originato dai servizi multimediali, fortemente variabile nel tempo e difficilmente prevedibili, nonché alla incertezza dello sviluppo del mercato di questi servizi.

Il presente articolo è la seconda delle tre parti di un lavoro inteso a fornire una panoramica dei fondamenti e dei concetti della tecnica ATM.

Questa seconda parte, sulla base degli aspetti generali sulla tecnica ATM già trattati nella prima parte [1], intende esaminare alcune delle più importanti questioni connesse con l'impiego in rete della nuova tecnica, nella consapevolezza di essere ben distanti dalla esaustività e completezza di analisi dei problemi, degli impatti e delle prospettive di sviluppo.

In particolare, si puntualizzano i problemi di Qualità del Servizio nelle reti ATM; infatti le caratteristiche di questa nuova tecnica (soprattutto la sua inerente flessibilità), se da un lato aprono nuove ed interessanti prospettive per il trasporto di informazioni di di-

versi tipi, dall'altro pongono problemi complessi e del tutto nuovi dal punto di vista dell'allocazione delle risorse di rete e della valutazione e garanzia della Qualità del Servizio offerto e delle prestazioni di rete.

Si esaminano anche le interrelazioni fra la tecnica ATM e i sistemi trasmissivi, con particolare riferimento alle possibilità di utilizzazione di sistemi trasmissivi SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) per il trasporto di flussi ATM, insieme ai problemi correlati di sincronizzazione di rete.

Si delineano poi le principali prospettive di utilizzazione della tecnica ATM, accennando ai suoi possibili impieghi nel campo delle reti private (reti locali e reti private per dati ad alta velocità) e focalizzandosi poi sui possibili impieghi nelle reti pubbliche (sia nella parte di accesso sia in quella di transito), nella prospettiva di sviluppo delle infrastrutture per la futura Società dell'Informazione; si mettono in luce in particolare le notevoli sinergie tra rete ATM e lo sviluppo di Internet.

Il lavoro si conclude con una indicazione delle principali questioni rimaste ancora aperte per lo sviluppo e per l'impiego della tecnica in oggetto.

Per l'approfondimento di aspetti specifici, come ad esempio i protocolli, la segnalazione, il traffico, la gestione, si rimanda ai successivi lavori del ciclo di articoli dedicati all'ATM.

2. Qualità del Servizio e prestazioni di rete

Alcuni dei problemi più rilevanti relativi all'impiego della tecnica ATM nelle reti di telecomunicazioni riguardano gli aspetti di Qualità del Servizio e delle prestazioni di rete. Infatti, la tecnica ATM, per le sue

Ing. Enzo Garetti (CSELT)
Ing. Romolo Pietroiusti (Telecom Italia)

modalità di sfruttamento della banda disponibile, rende necessario affrontare con approcci completamente nuovi, ed alquanto impegnativi, i problemi di dimensionamento e di allocazione delle risorse di rete, di accettazione delle chiamate e di controllo delle stesse.

Più in generale, l'impiego della tecnica ATM in rete richiede la definizione di nuove metodologie e di nuovi criteri per la pianificazione e la progettazione di rete, che tengano conto delle caratteristiche della nuova tecnica in presenza oltretutto di una situazione di mercato molto evolutiva, che rende difficile effettuare attendibili previsioni sulla crescita e sulle caratteristiche del traffico, soprattutto nel caso dei nuovi servizi multimediali.

Per iniziare ad affrontare tali problematiche, nel seguito di questo paragrafo si discutono alcuni aspetti della Qualità del Servizio e delle prestazioni delle reti ATM al solo scopo di evidenziare i concetti di base e le questioni aperte, lasciando ad altri articoli successivi, come già si è accennato, l'esame più approfondito di questi problemi e una trattazione più estesa delle soluzioni.

La *Qualità del Servizio (QoS - Quality of Service)* è un concetto teso alla qualificazione della soddisfazione d'utente in relazione ai servizi offerti dalla rete di telecomunicazioni.

Il concetto ha una validità indipendente dal tipo di rete interessata e coinvolge aspetti generali che riguardano il "customer care", il tempo di attivazione del servizio, il tempo di ripristino da guasti ma soprattutto le modalità con cui la rete trasporta le informazioni e quindi nel caso specifico le caratteristiche della connessione.

Con riguardo a quest'ultimo aspetto, nasce l'esigenza di convertire le indicazioni di percezione soggettiva dell'utente in parametri di prestazione specifici per la rete interessata (prestazioni di rete), oggettivamente misurabili e determinabili in fase di progettazione, di realizzazione e di esercizio della rete.

Nel caso della rete ATM occorre distinguere le prestazioni di rete che tengono conto anche delle prestazioni dei protocolli AAL (*ATM Adaptation Layer*)⁽¹⁾ da quelle di rete relative al livello ATM preposto al semplice trasporto di celle. Entro certi limiti i protocolli AAL rendono indipendenti le prestazioni del livello AAL da quelle corrispondenti del livello ATM, essendo state definite proprio per adeguare e conformare le caratteristiche complessive del trasporto ATM ai requisiti dei servizi.

A titolo di esempio, basti notare che le funzioni AAL possono prevedere la correzione di errori e/o la rilevazione ed il recupero di celle errate, consentendo, in tal modo, prestazioni di integrità informativa migliori di quelle proprie del livello ATM.

E' tuttavia importante analizzare le prestazioni di rete proprie del livello ATM, sia perché incidono su quelle complessive (in quanto i recuperi possibili con i protocolli AAL sono comunque limitati), sia perché esse sono quelle che determinano la qualità dei servizi basilari di trasporto (connessioni *VP (Virtual Path)* e

VC (Virtual Channel)); oltretutto, le prestazioni di rete a livello ATM sono anche quelle più direttamente controllabili e determinabili in fase di progettazione, realizzazione e gestione della rete.

Occorre infatti ricordare che, mentre le funzioni AAL sono concentrate ai bordi della rete, quelle del livello ATM (moltiplicazione, concentrazione, trasporto di celle) sono realizzate in tutti gli elementi della rete, determinando, quindi, le prestazioni di base della rete stessa.

Per le considerazioni sopra esposte, nel seguito si fa riferimento in modo specifico alla QoS dello strato ATM, ovvero all'insieme dei parametri e dei requisiti relativi alla caratterizzazione del trasferimento delle celle in rete. Si osserva esplicitamente che la QoS dello strato ATM, ovvero la QoS applicabile ad una generica connessione ATM, ha significato da estremo ad estremo, ovvero riguarda l'intero percorso di rete.

Le prestazioni di rete più importanti relative al livello ATM sono il tasso di celle perse (*Cell Loss Ratio, CLR*) o errate, il ritardo di trasferimento delle celle (*Cell Transfer Delay, CTD*) e la sua variabilità (*Cell Delay Variation, CDV*).

In particolare, in relazione al CTD, una misura prestazionale di riferimento è il valore massimo o un percentile del ritardo (ad esempio, il percentile 99 è il valore non superato nel 99% dei casi), indicato in seguito con CTD_{max}.

Definizioni precise del CLR, CTD, e CDV possono essere date come segue. Si consideri il trasferimento di celle ATM su una connessione di strato ATM tra due estremità (accessi alla rete B-ISDN) A e B.

Il CTD è definito come l'intervallo di tempo intercorrente tra l'istante di emissione del primo bit di una cella in A e l'istante di ricezione dell'ultimo bit della medesima cella in B.

Per quanto riguarda la definizione del CLR, si deve tener conto che per molte applicazioni l'informazione che giunge con un ritardo superiore a un fissato valore D_{max} non è utile ai fini della ricostruzione del messaggio originale. Una cella si ritiene pertanto *persa* se: a) il suo CTD è maggiore di D_{max} ; b) se CTD non è maggiore di D_{max} , ma la cella pervenuta in B non è valida (la sua intestazione è affetta da errori non correggibili).

Sia $N_{AB}(T)$ il numero di celle immesse in A verso B in un dato intervallo temporale di durata T . Si definisce come CLR della connessione nel verso da A a B il rapporto

$$CLR = \frac{\text{numero di celle perse tra le } N_{AB}(T) \text{ inviate}}{N_{AB}(T)}$$

La qualità così definita dipende da T . Nei procedimenti di misura attuati in fase di gestione si dovrà scegliere un determinato insieme di valori (es. $T=1$ min.).

Infine, la CDV esprime la variabilità dei ritardi di trasferimento da A a B: modalità per la sua valutazione sono descritte nella Racc. ITU-T L.371 e nel documento dell'ATM Forum "*Traffic Management Specification (v4.0)*".

La perdita di celle è dovuta in gran parte a fenomeni di congestione ed in misura minore ad errori nella trasmissione; il ritardo trasmissivo e le sue variazioni dipendono essenzialmente dal carico istantaneo

(1) Per le definizioni relative all'AAL si rimanda al precedente articolo [1], §7 pubblicato in questo stesso numero del Notiziario.

offerto alla rete in relazione alla velocità dei collegamenti trasmissivi ed alle prestazioni dei sistemi di commutazione.

I valori ritenuti accettabili per il tasso di perdita delle celle e per la variazione massima del ritardo di trasmissione dipendono dallo specifico servizio. Nella fig. 1 sono riportate le prestazioni di rete richieste da alcuni servizi rappresentativi delle più importanti categorie: come si può notare le differenze nei requisiti sono notevoli: si va da valori relativamente laschi di CLR e CDV nel caso di trasferimento file dati, ai valori molto stringenti posti dai servizi video interattivi. La grande sensibilità di questi ultimi servizi ai danni subiti dal segnale nella trasmissione è da addebitare alla forte compressione cui è sottoposto il segnale video, mirata alla riduzione della capacità di trasferimento richiesta; ciò fa sì che la non corretta ricezione di celle ATM provochi conseguenze non soltanto su una immagine specifica ma comprometta la visibilità di porzioni anche lunghe di sequenze di immagini.

Uno degli aspetti fondamentali che determinano la qualità del servizio nelle reti ATM è il rischio di congestioni, per cui si rendono necessari meccanismi preventivi e reattivi di controllo del traffico. Il tema è particolarmente complesso, anche in riferimento alla necessità di gestioni diverse del traffico e di differenti strategie di risoluzione delle congestioni per le varie tipologie di servizio.

Il controllo del traffico si basa sull'impiego di parametri descrittivi delle caratteristiche della connessione (anche relativi al traffico offerto) e della qualità di servizio richiesta, che sono concordati fra terminali e rete all'atto della instaurazione della connessione ed i cui valori devono essere rispettati per tutta la sua durata.

Fra i meccanismi di controllo del traffico il più importante è appunto quello che si attua nei nodi di rete in fase di accettazione ed instaurazione della connessione. Esso è denominato "controllo di accettazione

di connessione" (*Connection Admission Control, CAC*) e realizza un insieme di azioni volte a stabilire la possibilità di accettare una nuova connessione o di rinegoziare le risorse assegnate ad una connessione già accettata. Una connessione può essere accettata solo se sono disponibili risorse di rete sufficienti a garantire la qualità di servizio richiesta, senza deteriorare la qualità delle connessioni già esistenti.

Come accennato precedentemente, per le operazioni di CAC si introducono due insiemi di parametri: a) quelli che descrivono le caratteristiche del traffico generato dalla sorgente; b) quelli che identificano la qualità di servizio richiesta.

Generalmente la sorgente viene caratterizzata da tre parametri descrittivi di traffico: il valore medio e il valore di picco della frequenza di emissione delle celle e la durata massima delle emissioni alla frequenza di picco (*burst length*). Se le sorgenti rimangono conformi ai valori dichiarati e le risorse di rete sono dimensionate correttamente i periodi di congestione hanno generalmente breve durata e non provocano né perdita di informazioni, né variazioni inaccettabili del ritardo di trasmissione.

Il dimensionamento corretto delle risorse di rete costituisce un problema di notevole complessità per la grande varietà delle caratteristiche del traffico connesso ai diversi servizi. Nella fig. 2 sono rappresentate le caratteristiche del traffico generato da alcuni dei servizi più interessanti che saranno forniti dalle reti ATM. Anche in questo caso si ha una situazione molto variegata per i diversi servizi, cui si associa anche una diversa esposizione degli stessi ai danni dovuti alle congestioni che richiede meccanismi di risoluzione differenziati (ad esempio, a seconda dei servizi si potrebbe seguire o il criterio di scarto delle celle, o il criterio di ritardo delle stesse). Da quanto sopra risulta facile intuire la complessità della progettazione e del dimensionamento delle infrastrutture di rete nonché della realizzazione dei meccanismi di controllo più adeguati a garantire una

prestabilita qualità del servizio.

Nel corso delle chiamate si effettua un controllo sui flussi offerti (*policing del traffico*) sulle varie connessioni, tendenti a verificare che essi rispettino i vincoli imposti dai parametri descrittivi di traffico; i meccanismi impiegati per lo scopo sono il Controllo dei parametri di Uso (*Usage Parameter Control, UPC*), eseguito all'interfaccia rete-utente (*User-Network Interface, UNI*), ed il Controllo dei parametri di rete (*Network Parameter Control, NPC*) eseguito nelle interfacce di rete (*Network Node Interface, NNI*). Le celle non conformi ai valori negoziati possono essere o declassate a celle a bassa priorità, le quali risultano più esposte ad essere scartate in eventuali congestioni, o essere scartate direttamente dalle funzioni UPC e NPC.

Definire l'algoritmo di policing più adeguato non è un problema di

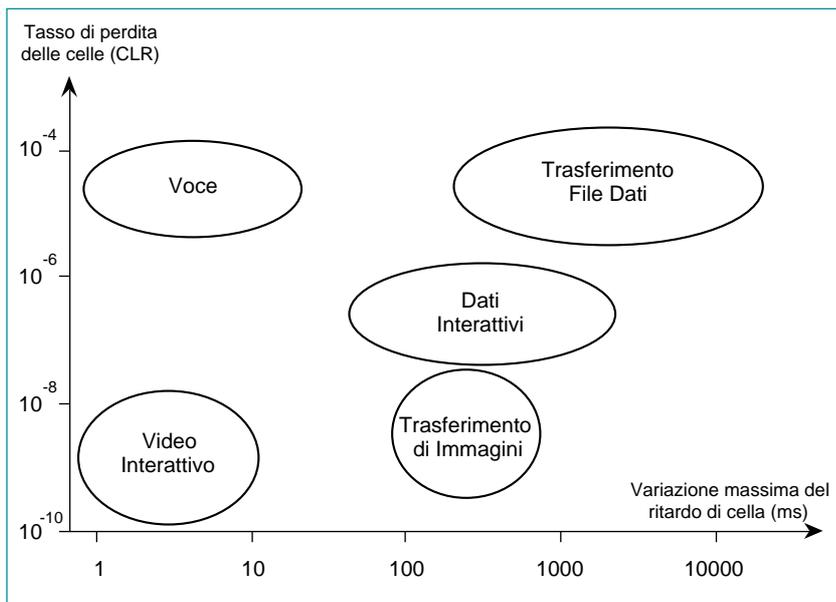


Figura 1 Prestazioni di rete richieste da alcuni servizi rappresentativi.

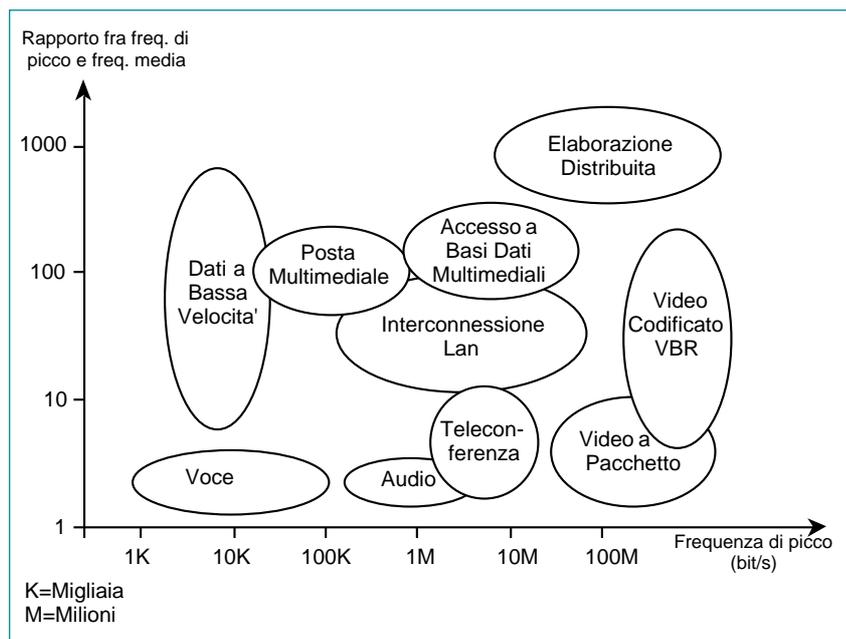


Figura 2 Caratteristiche del traffico generato da alcuni dei servizi più interessanti.

semplice soluzione. Generalmente le esigenze della rete e delle applicazioni d'utente sono contrastanti: vincoli troppo restrittivi possono comportare il rischio di perdite di celle anche nei casi in cui le sorgenti rimangono sostanzialmente conformi ai descrittori di traffico negoziati; d'altra parte la prevenzione dei fenomeni di congestione richiede un controllo rigido sul traffico offerto alla rete.

Il problema del policing del traffico è stato lungamente discusso in ITU-T sulla base delle diverse proposte per scegliere l'algoritmo da standardizzare.

Dopo numerose analisi e confronti è stato deciso di non standardizzare uno specifico algoritmo per le funzioni UPC/NPC, ma di definire invece un algoritmo di riferimento che possa essere impiegato per la verifica formale della conformità del traffico e come metro di misura per validare il comportamento e le prestazioni degli algoritmi UPC/NPC effettivamente realizzati negli apparati.

L'algoritmo di riferimento è denominato "algoritmo di tempo di arrivo virtuale (*Virtual Scheduling Algorithm*)" o anche "*Generic Cell Rate Algorithm (GCRA)*" ed è basato sul confronto fra il tempo di arrivo teorico di una cella, determinato in base alla frequenza di emissione di cella (di picco o media) da verificare, ed il tempo di arrivo effettivo della stessa. Le celle che arrivano con anticipo eccessivo rispetto al tempo di arrivo teorico sono scartate.

3. Sistemi trasmissivi per il trasporto delle celle ATM

Una questione rilevante che si pone quando si considera l'introduzione della tecnica ATM nelle moderne reti di telecomunicazioni riguarda le possibili scelte dei sistemi trasmissivi da impiegare per il tra-

sporto di flussi ATM.

Da questo punto di vista, occorre notare che il trasporto delle celle ATM fra i vari punti della rete può essere eseguito con un qualunque tipo di sistema trasmissivo (quale, ad esempio, PDH, SDH, ADSL, VDSL, radio cellulare numerico) per il quale sia normalizzato il metodo di inserimento delle celle nella trama corrispondente. Negli standard è anche prevista una trama trasmissiva ad hoc (*cell based*) con frequenze di cifra identiche a quelle dei sistemi SDH. Questa relativa indipendenza dai sistemi trasmissivi è dovuta al fatto che (come sarà chiarito successivamente in relazione al modello del protocollo ATM) le celle ATM, prima di essere trasmesse, sono sottoposte ad un trattamento (chiamato convergenza trasmissiva) tendente a rendere completamente indipendente il procedimento di formazione della cella dai dati da trasmettere (livello ATM) e dalle caratteristiche dello specifico sistema trasmissivo usato.

Il *Trattamento di Convergenza Trasmissiva (TCT)* adatta le celle alle esigenze trasmissive e le inserisce nella trama di linea o le estrae, simulando quindi le funzioni di un moltiplicatore che presenta un flusso numerico con formato standard al sistema trasmissivo propriamente detto, comprendente quindi funzioni quali la codifica di linea, l'estrazione dei sincronismi, l'emissione del segnale elettrico o ottico.

La prima funzione, effettuata dal TCT sul flusso di celle proveniente dal livello ATM, è l'aggiunta (e l'eliminazione nel verso di ricezione) di celle vuote (*Idle Cell*) per riempire la trama del sistema trasmissivo.

La seconda funzione consiste nel calcolo e nell'inserimento di un apposito codice correttore di errore (*Header Error Control, HEC*) nella parte di intestazione (*header*) delle celle, e nella sua verifica nel verso di ricezione per le eventuali rilevazioni e correzioni di errori (le celle con errori non correggibili sono scartate). Si noti che il codice HEC protegge solo l'intestazione delle celle e, in particolare, le informazioni di identificazione delle connessioni⁽²⁾.

La terza funzione del TCT, presente solo nel verso di ricezione, consiste nel riconoscimento dei confi-

⁽²⁾ Questa scelta è motivata dall'alto livello di affidabilità presupposto nei portanti trasmissivi a disposizione della rete ATM, che rendono non pagante sacrificare una porzione della cella ATM per proteggere l'informazione di utente, mentre rimane utile attuare tale protezione con riguardo all'informazione di servizio contenuta nell'intestazione della cella ATM, dati gli effetti di "moltiplicazione degli errori" prodotti da una errata interpretazione dei campi dell'intestazione (ad esempio, un singolo errore binario nell'identificatore della connessione, se non corretto, porterebbe alla perdita di un'intera cella per il destinatario designato e, nel caso peggiore, alla ricezione di una cella spuria da parte di un altro destinatario).

UNA COPPIA BEN ASSORTITA: ATM E SDH

- Le due tecnologie, seppure con livelli attuali di maturazione diversi, rappresentano fattori molto importanti per il potenziamento della rete di telecomunicazioni. Esse, seppure simili per alcuni aspetti, sono complementari: in particolare la SDH è la tecnica più adeguata per realizzare lo strato trasmissivo della rete, mentre l'ATM è quella più indicata per le funzioni di multiplexazione e di commutazione.
- La combinazione di SDH e di ATM configura un'architettura di trasporto stratificata con relazioni di tipo "client-server", con possibilità di meccanismi indipendenti di gestione e di esercizio e di evoluzione tecnologica autonoma dei due livelli.
- L'impiego della SDH per la trasmissione dei flussi ATM presenta molti vantaggi connessi con le caratteristiche peculiari della SDH stessa, come l'esistenza di interfacce ottiche standardizzate nonché di meccanismi e topologie per la protezione di rete, elevate capacità di gestione della rete e di controllo delle prestazioni, trasporto di flussi con velocità di cifra elevata e con valori modulari, possibilità di inserire in un qualunque punto della rete segnali numerici, senza interferire con i segnali in transito.

ni della cella (*Cell Delineation*) e si basa sul meccanismo di funzionamento del codice correttore d'errore, previsto nell'intestazione della cella.

Il TCT provvede inoltre ad operare una "casualizzazione" (*scrambling*) del contenuto della parte che porta informazioni di utente (*payload*) nelle celle ed a generare la trama del flusso da trasmettere.

Nel caso di sistemi trasmissivi SDH, il TCT termina tutte le funzionalità previste negli overhead dalla trama SDH, consentendo, quindi, di beneficiare di tutte le funzioni di controllo delle prestazioni trasmissive, di gestione, di supervisione, ecc. previste nella rete trasmissiva SDH.

Sebbene il trasporto delle celle ATM possa essere eseguito con qualunque sistema trasmissivo, i sistemi trasmissivi SDH si propongono come quelli di maggiore interesse per un impiego diffuso nelle reti pubbliche ad ampia estensione. In effetti, la tecnologia SDH offre notevoli vantaggi per la realizzazione di una rete trasmissiva avanzata e lascia intravedere diverse possibili sinergie con la tecnica ATM, come sarà discusso nel paragrafo successivo.

I sistemi trasmissivi finora standardizzati per l'interfaccia NNI sono di tipo PDH a 34 Mbit/s ed a 45 Mbit/s e di tipo SDH a 155 Mbit/s (STM1) e a 622 Mbit/s (STM4); i sistemi standardizzati per l'interfaccia UNI pubblica sono riportati in tab. 1.

4. ATM e SDH

Frequenti sono stati i dibattiti circa la relazione fra le tecnologie SDH e ATM, in particolare per quanto riguarda la possibilità che esse potessero assumere ruoli competitivi nello sviluppo delle reti di telecomunicazioni, in quanto entrambe le tecnologie presentano caratteristiche per certi aspetti simili di flessibilità, di multiplexazione e permutazione, e di gestione.

E' ormai oggi diffusa la convinzione della complementarità delle due tecnologie, per cui la tecnologia SDH è considerata quella più adatta per la realizzazione dello strato trasmissivo della rete, mentre l'ATM è considerata la tecnologia più indicata per le funzioni di multiplexazione e commutazione del traffico, consentendo essa un incremento notevole nell'efficacia di utilizzo dei mezzi. In altri termini, l'ATM permette di condividere tra una molteplicità di connessioni la capacità di trasferimento dell'informazione, messa a disposizione dalla rete SDH (in generale, dai portanti trasmissivi), in modo molto più flessibile di quanto sarebbe permesso da un modo di trasferimento a circuito, sia nei riguardi delle diverse connessioni, sia nell'assegnazione delle risorse a ciascuna di esse, nel corso della sua durata. Una discussione tecnica dettagliata sulla rete SDH è al di fuori dello scopo del presente lavoro e per un approfondimento si rimanda a lavori già pubblicati precedentemente in questa stessa rivista [2].

Per quanto interessa in questo lavoro, occorre esaminare due caratteristiche di grande interesse della tecnologia SDH, che la propongono come la piattaforma elettiva di trasporto per il traffico ATM.

La banda nei sistemi SDH può essere facilmente concatenata per formare canali di trasporto a capacità molto elevata ($n \times 155$ Mbit/s); inoltre le funzionalità

	Frequenza di cifra (Mbit/s)	Trama	Portante	Distanza
SDH	51,84	STM-1	Fibra	> 15 km
	155,52	STM-1	Fibra	> 15 km
	622,08	STM-4	Fibra (multimodale)	> 15 km (2 km)
PDH	1,544	DS-1	Coppie simmetriche	900 m
	2,048	E-1	Coppie simmetriche	
	6,312	J-2	Coux	
	34,368	E-3	Coux	300 m
	44,736	DS-3	Coux	270 m

J = Garanzia giapponese
DS = Garanzia americana
E = Garanzia europea

Tabella 1 Sistemi trasmissivi per l'interfaccia pubblica utente-rete (UNI).

zazione esterni alla rete ATM.

In definitiva, le tecniche di sincronizzazione nelle reti ATM possono basarsi su tre metodi principali:

- a) uso del cosiddetto "marcaggio sincrono di tempo residuo" (*Synchronous Residual Time Stamp, SRTS*), in cui il trasmettitore invia al ricevitore una misura della differenza fra il segnale temporale locale ed un riferimento temporale di sincronizzazione di rete. Questa informazione è codificata (*Residual Time Stamp*) ed è inviata periodicamente al ricevitore; il ricevitore usa le informazioni SRTS ricevute e, sulla base del riferimento temporale di sincronizzazione di rete, ricostituisce localmente il segnale temporale della sorgente;
- b) metodo dell'orologio adattativo: il ricevitore riempie con le celle ricevute una memoria locale, leggandola, quindi, con un sorgente locale la cui frequenza viene regolata sulla base del riempimento medio della memoria stessa;
- c) uso di un segnale di sincronizzazione: il trasmettitore invia un riferimento esplicito di sincronizzazione che il ricevitore utilizza per sincronizzare l'orologio locale.

I tre metodi presentano, naturalmente, diverse prestazioni, consentendo l'acquisizione di diversi livelli di precisione nella ricostruzione dei riferimenti temporali.

Le prestazioni necessarie per reti ATM pubbliche ad estensione geografica comportano in genere l'adozione del primo metodo, implicando la necessità di una rete di sincronizzazione esterna.

All'interfaccia UNI la rete può sincronizzare il sistema d'utente o tramite un riferimento temporale tradizionale (ad es. trame PDH o SDH) o con un flusso periodico di apposite celle ATM.

6. Interrelazione tra IP ed ATM

L'IP (*Internet Protocol*) è un protocollo a pacchetto di livello 3 che opera in modo connectionless. La tecnologia associata al protocollo IP, sull'onda della sorprendente crescita di Internet, ha visto negli ultimi anni una grande evoluzione, e la sua espansione sta rapidamente interessando tutti i settori delle reti e delle applicazioni di telecomunicazioni, costituendo di fatto la base del processo di convergenza fra il settore della Tecnologia dell'Informazione e quello delle Telecomunicazioni.

Realizzazioni dell'abbinamento del protocollo TCP (*Transmission Control Protocol*, che svolge funzioni di controllo da estremo a estremo sul trasferimento dei pacchetti IP) e dell'IP, sono oggi disponibili su molte piattaforme di sistemi operativi e possono operare su un vasto spettro di frequenze di cifra (da 300 bit/s a decine di Mbit/s) per la trasmissione di dati su qualsiasi sistema trasmissivo disponibile. Inoltre, essendo IP un protocollo diffuso nelle LAN, esso consente ai terminali di operare indifferentemente su reti locali e su reti ad estensione geografica.

Un'altra importante caratteristica dei protocolli IP deriva dal numero di applicazioni sviluppate e diffuse sui sistemi di rete e di utente, mirate sia all'offerta di servizi all'utente (ad es. per il trasferimento di serie di

dati (file) e per le funzionalità di posta elettronica) sia alla creazione di ambienti "user-friendly". Con riferimento a queste ultime due caratteristiche, particolare importanza deve essere attribuita alla capacità di indirizzamento sulla base di identificativi "nominali" (*DNS: Domain Name Server*) ed alla possibilità di instradamento su una varietà di reti (quali, ad esempio, telefonica, ISDN, X.25, Frame Relay, circuiti diretti numerici), derivante dalla capacità di identificare l'indirizzo fisico di destinazione, specifico della particolare rete utilizzata, a partire dall'identificativo IP selezionato (meccanismo *ARP, Address Resolution Protocol*) [3]. A tutto ciò si aggiungono le capacità di instradamento di tipo avanzato quale quello punto-multipunto, per un'ottimizzazione dell'uso delle risorse di trasferimento.

L'inconveniente principale dell'IP, almeno nella versione attuale (IPv4), riguarda l'impossibilità di garantire determinati livelli di qualità di servizio; tale lacuna dovrebbe essere almeno parzialmente eliminata mediante una nuova versione (IPv6) in fase di definizione presso gli Enti preposti alle normative di Internet [4].

L'ubiquità di IP pone il problema della interrelazione fra IP ed ATM: a questo riguardo gli approcci previsti a breve sono di tipo sovrapposto (overlay); in essi i pacchetti IP sono segmentati e trasportati con celle ATM con diverse possibili modalità:

- 1) La rete ATM può essere completamente "mascherata" come nel caso di emulazione di LAN (*LAN Emulation, LANE*), ove praticamente la rete ATM opera come una LAN convenzionale (Ethernet o Token Ring), cioè trasporta i pacchetti ed i protocolli tipici di questa rete, ed i terminali attestati alla LANE ignorano che la tecnica di trasporto sia ATM. Naturalmente in questo caso non si può beneficiare delle caratteristiche peculiari dell'ATM come la possibilità di selezionare una specifica classe di servizio o una determinata qualità di servizio.
- 2) La rete ATM può essere usata per interconnettere entità (ad es. router) capaci di trattare pacchetti IP, alla stessa stregua di qualsiasi altra tecnica di trasferimento di informazioni; in tal caso ciascun pacchetto IP è trasportato su flussi di celle ATM dei percorsi virtuali (VP) o dei canali virtuali (VC) che interconnettono le suddette entità. In questo modello l'instradamento del traffico prevede una prima fase di instaurazione della connessione ATM (semipermanente o commutata) fra i router IP, cui fa seguito una fase di trasferimento dei dati in cui si ha l'instradamento dei pacchetti IP da parte dei router. Un problema di questo modo di operare è connesso al fatto che per traffici elevati (ad es. per i servizi multimediali a larga banda) la capacità degli apparati di instradamento (router) può costituire una strozzatura con possibili degradazioni della qualità del servizio e del throughput. Occorre, infatti, notare che i router operano la commutazione di pacchetti IP a livello software con l'ausilio di un hardware specializzato e quindi con throughput significativamente inferiori a quelli ottenibili operando con commutazione di celle ATM a livello hardware.
- 3) Una soluzione molto interessante è rappresentata dalla possibilità di trattare "flussi" IP, cioè un insie-

IP MOTORIZZATO ATM

- La convergenza dei settori dell'informatica delle telecomunicazioni e dell'intrattenimento sta focalizzando progressivamente l'attenzione degli attori coinvolti verso le problematiche del cosiddetto "networking", cioè dell'integrazione sistemistica tra reti eterogenee per protocolli, tecniche, infrastrutture, gestione.
- In questo contesto sono di grande interesse il confronto e le prospettive d'integrazione di due concezioni: quella propria del mondo Internet, con la pila di protocolli TCP/IP, e quella derivante dal campo delle telecomunicazioni basata sull'ATM per il trattamento integrato dei servizi multimediali a larga banda
- E' già stata predisposta una base concreta di convergenza fra IP ed ATM dalle specifiche IETF (Internet Engineering Task Force) per "IP su ATM" che definisce una cooperazione, seppure lasca e che non sfrutta appieno le potenziali sinergie delle due tecniche, tra l'attuale protocollo IP4 e l'ATM. Gli sviluppi nel settore permettono di ipotizzare una convergenza sempre più efficace che esalti le caratteristiche "connectionless" di IP e quella di flessibilità e di garanzia di qualità delle connessioni ATM.

me di pacchetti che sono marcati allo stesso modo dalla sorgente e che devono essere instradati verso una stessa destinazione: in tal caso può essere instaurata (per esempio da appositi apparati di interfaccia e di instradamento) una nuova connessione ATM ogni volta che viene identificato un nuovo flusso IP (per es. con un router gateway che controlla la instaurazione delle connessioni ATM). Questa soluzione potrà essere realizzata con la versione IPv6 del protocollo IP, che prevede appunto il concetto di "flusso" e prospetta lo sviluppo di architetture di reti integrate IP/ATM. Diverse proposte sono in discussione al riguardo sia in ATM Forum sia in IETF (*Internet Engineering Task Force*).

In uno scenario di medio termine che vede lo sviluppo di applicazioni direttamente sullo strato ATM, si presenta la necessità di interlavoro fra le applicazioni corrispondenti, sviluppate sui due protocolli. Lo scenario suddetto appare di estremo interesse in quanto configura una diffusione dell'ATM nel cosiddetto dominio "desk-top" e nei PC in particolare, con interessamento di un mercato di massa. Questo approccio richiede la risoluzione di problematiche di notevole portata, fra cui la correlazione dei meccanismi di indirizzamento e di instradamento nonché di gestione del traffico delle reti IP e delle future reti ATM.

7. Impieghi dell'ATM nelle reti TLC.

Gli impieghi possibili dell'ATM sono numerosi ed interessano tutti i settori delle reti di telecomunicazioni; nel seguito è fornita una breve panoramica di quelli che oggi sembrano essere i campi principali di impiego.

Un primo ampio campo di applicazioni riguarda l'area locale e più in generale le reti private per dati ad alta velocità. Tipicamente in queste reti i terminali sono interconnessi con sistemi ad accesso multiplo su un mezzo condiviso che costituisce la LAN (Ether-

net, Token Ring, Token Bus).

L'ATM in questo contesto può essere impiegato in diversi modi: per esempio, tramite schede di adattamento per trasformare il traffico della LAN in flussi di celle ATM da affacciare, quindi, con moltiplicatori ATM verso la rete pubblica. L'ATM può anche essere adottato all'interno stesso della LAN con hub/switch ATM che effettuano la commutazione e provvedono all'instradamento del traffico verso la rete pubblica.

In questo settore lo sviluppo di prodotti ATM sta crescendo rapidamente, anche in conseguenza dell'aumento delle interconnessioni di LAN con mezzi a larga banda.

Analisi di mercato prevedono che i nodi ATM installati per LAN raggiungeranno le 360 mila unità nel duemila. In Europa la penetrazione di nodi ATM sul parco totale delle LAN dovrebbe passare dall'attuale 3% al 14% nel 1998, per raggiungere il 40% nel duemila interessando così complessivamente circa la metà del mercato mondiale delle reti locali. Queste previsioni indicano che l'ATM, a differenza di altre tecnologie di rete sinora sviluppate (per esempio l'ISDN), essenzialmente concepite per le reti pubbliche, riceve una straordinaria spinta propulsiva nel settore delle reti locali.

Si può constatare che questa spinta non ha precedenti nell'evoluzione dei due settori, che hanno tradizionalmente mostrato più divergenze che comunanza di soluzioni. Risulta quindi non solo giustificato il "business" dell'ATM come soluzione locale, ma indica anche l'ATM come soluzione elettiva, nel mercato dell'interconnessione geografica, garantendo omogeneità tecnologica e di servizi. L'aspetto unificante dell'ATM è sicuramente un fattore che ne amplifica le prospettive di mercato.

Per quanto concerne le reti pubbliche, sulla base dei risultati della ricerca e del lavoro nelle sedi normative di questi ultimi anni, molti Operatori, in diverse parti del mondo, hanno deciso l'avvio in campo di numerose reti pilota. L'ordine di complessità e gli inve-

stimenti necessari nelle reti a lunga distanza, rispetto a quelle locali, non ne consentono, tuttavia, un'altrettanto rapida espansione. L'adozione dell'ATM nelle reti pubbliche si sviluppa necessariamente attraverso un processo graduale, verificando con attenzione la validità delle scelte, anche sulla base della risposta del cliente e nell'ottica di una integrazione armonica con l'infrastruttura di rete preesistente.

Nelle reti pubbliche ad estensione geografica, l'ATM può essere impiegata sia nella parte di accesso sia in quella di transito.

Nella parte di accesso si possono avere configurazioni di accesso con moltiplicatori ATM per la raccolta dei servizi, eventualmente eterogenei (per es. accessi Frame Relay, SMDS, circuiti a 2Mbit/s).

Si possono avere, altresì, configurazioni più complesse basate sull'impiego di reti ottiche passive (*Passive Optical Network; PON*). Le PON a larga banda con tecnica di trasporto ATM (APON) sono fra i sistemi con maggiori prospettive di sviluppo per perseguire un impiego massiccio di fibre ottiche nella rete di distribuzione; esse, infatti, consentono una buona condivisione delle fibre fra gli utenti, con costi relativamente contenuti, prospettando, quindi, possibilità di offerta di servizi a larga banda alla piccola utenza affari ed alla utenza residenziale.

PON a larga banda basate sulla tecnica ATM sono oggi in corso di sperimentazione presso vari centri di ricerca e presso aziende manifatturiere.

Un sistema APON è costituito (fig. 5) da una terminazione ottica di linea (*Broadband Optical Line Termination, B-OLT*), un certo numero di terminazioni ottiche di rete (*Broadband Optical Network Unit, B-ONU*), una rete ottica passiva di distribuzione (*Optical Distribution Network, ODN*) ed un sistema di gestione (*Operation System, OS*).

La B-OLT e le B-ONU presentano, rispettivamente, l'interconnessione della APON verso la rete e

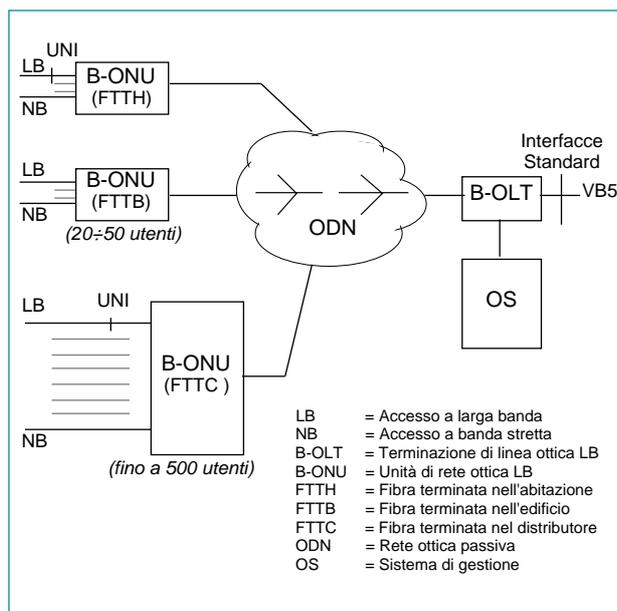


Figura 5 Sistema APON (ATM Passive Optical Network)

verso l'utente. La ODN fornisce l'interconnessione ottica fra le B-ONU e la B-OLT. L'OS svolge le funzioni di controllo e configurazione della APON, di gestione della banda, di raccolta di allarmi, di monitoraggio delle prestazioni e fornisce inoltre un'interfaccia verso la rete di gestione.

Le B-ONU possono essere posizionate o presso l'utente (*Fiber To The Home/Office, FTTH/FTTO*) oppure all'interno degli edifici (*Fiber To The Building, FTTB*) o nelle immediate vicinanze degli stessi ove possono essere condivise fra 20 ÷ 50 utenti; una condivisione maggiore (per esempio fino a 500 utenti) si può avere posizionando le B-ONU all'altezza degli armadi ripartilinea (*Fiber To The Curb, FTTC*).

Le B-ONU consentono sia accessi per servizi a larga banda sia accessi per servizi a banda stretta. Una APON alimenta un numero massimo di B-ONU compreso fra 16 e 32 alla distanza massima tipica di 15 km.

Il sistema di trasmissione utilizzato sulla rete ottica è basato sulla tecnica TDM nel verso rete-utente e TDMA nel verso opposto e consente di trasportare flussi di celle ATM dalla centrale verso l'utenza con capacità totale netta tipica di circa 610 Mbit/s mentre nella direzione opposta la capacità è di 150 Mbit/s.

Le APON consentono di estendere i benefici della tecnica ATM fino alle postazioni di utente; esse sono in corso di sperimentazione nei laboratori, e consentono la fornitura all'utente di servizi di Virtual Path con allocazione della banda di picco; soluzioni più evolute consentiranno anche l'estensione della flessibilità dell'ATM: per esempio, permetteranno l'allocazione dinamica della banda a ciascun utente, consentendo un guadagno statistico sul traffico offerto alla rete, con un incremento notevole dell'efficienza di utilizzo dei portanti nella rete di accesso.

Nella rete di transito, l'impiego dell'ATM risulta di particolare interesse per il trasporto dei servizi multimediali interattivi. Una rappresentazione di questo tipo d'impiego è mostrata in fig. 6 ove sono riportati i sistemi della rete di accesso, i nodi della rete di transito ed i centri servizi dei fornitori di servizio. I nodi della rete di transito sono organizzati su due livelli gerarchici: un livello locale ed uno regionale. Il livello locale provvede allo smistamento del traffico locale ed alla concentrazione del traffico diretto verso i nodi regionali, con una struttura di rete tipicamente a stella. Il livello regionale provvede allo smistamento del traffico fra i nodi locali con una struttura di rete tipicamente magliata. L'impiego massiccio di fibre ottiche, sia nella rete di accesso sia di transito e la disponibilità di nodi ATM di elevata capacità (fino a 150 Gbit/s) fanno prevedere che il numero di nodi nella futura rete ATM sarà significativamente inferiore (meno di 300) rispetto a quello della rete a banda stretta (circa 600 SGU e circa 6000 stadi di linea).

In tale contesto l'ATM si presta sia al supporto diretto dei servizi, come nel caso del VOD (*Video On Demand*), in cui si ha l'inserimento dei segnali video codificati MPEG a varie frequenze di cifra direttamente nelle celle ATM, sia al supporto dei servizi basati sul protocollo Internet (vedi paragrafo 6), per il reperimento ad esempio di informazioni da base dati e/o per accessi a larga banda ad Internet.

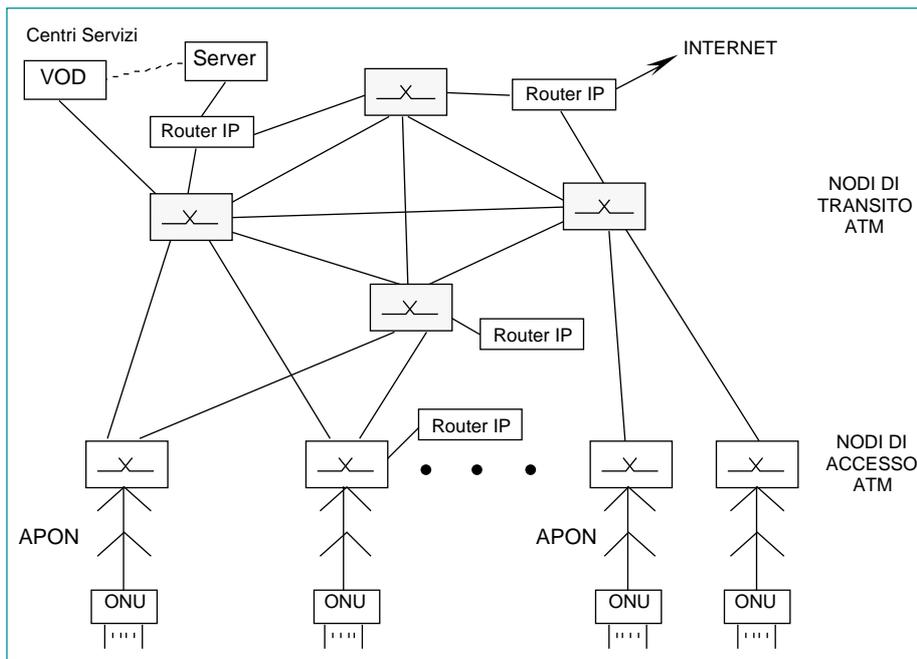


Figura 6 Impiego di tecniche ATM per il trasporto di servizi multimediali interattivi.

8. Principali questioni ancora aperte

E' ormai condivisa fra gli Operatori del settore delle telecomunicazioni l'opinione che l'ATM, combinata con il protocollo IP, sia la soluzione tecnologica con le prospettive più interessanti per uno sviluppo diffuso dei servizi multimediali.

Tuttavia, a fronte delle attese crescenti che vedono l'ATM come soluzione preferita per rispondere a tutte le necessità di trasferimento dell'informazione relativa a servizi a larga banda, sono ancora presenti diverse questioni aperte di grande rilevanza, che investono molteplici aspetti di tipo sia tecnico sia di regolamentazione e di mercato. Nel seguito non si intende trattare in modo esaustivo tutte le problematiche ancora non risolte, bensì citare alcuni aspetti emblematici rappresentativi del percorso ancora da fare per l'adozione efficace e diffusa della tecnica ATM nelle reti di telecomunicazioni.

Gli standard disponibili al momento consentono la realizzazione di reti ATM con un insieme di servizi che possono essere definiti di base, ma che non consentono di sfruttare pienamente le capacità di moltiplicazione statistica e di flessibilità di trasporto dell'ATM. Sono ancora in corso di definizione tecniche come quella detta della banda disponibile (*Available Bit Rate, ABR*), che attuano efficacemente l'allocazione dinamica delle capacità al profilo specifico del traffico.

Queste evoluzioni portano a definire una serie di servizi a livello ATM (diversificati fra loro soprattutto dal punto di vista del livello di Qualità del Servizio garantito), oltre al supporto delle diverse classi di servizi "adattati" al trasporto ATM in base all'utilizzazione delle funzioni a livello AAL [1].

Un altro importante settore in cui si richiede una maturazione delle soluzioni e degli standard è quello

dell'impiego dell'ATM per la realizzazione di reti LAN ad estensione geografica (LANE).

Nell'ambito più generale della convergenza fra telecomunicazioni e "Information Technology" le problematiche dell'integrazione o della convergenza delle tecnologie IP e ATM sono di estremo interesse per lo sviluppo dei servizi multimediali a larga banda e quindi per il futuro delle reti di telecomunicazioni.

Questo sviluppo può infatti aprire la strada alla fornitura di servizi basati sull'impiego di Personal Computer multimediali come "terminali universali", interconnessi tramite un'adeguata infrastruttura di rete multiservizio a larga banda o collegati a "server" o a "host" di vario tipo. Altri aspetti tecnici importanti riguardano i sistemi di segna-

lazione, di controllo e di gestione delle reti ATM, nonché quelli riguardanti la gestione del traffico.

La rete B-ISDN richiederà infatti lo sviluppo di una nuova rete di segnalazione, diversa da quella attuale basata sul *Sistema di Segnalazione a Canale Comune N.°7 (CCSN°7)*, con funzionalità più ricche per la fornitura di servizi multimediali. La complessità della nuova rete di segnalazione suggerisce un suo sviluppo per fasi successive, correlate anche con l'approntamento delle singole raccomandazioni ITU ed ATM Forum, oltre che con una verifica puntuale della interoperabilità dei sistemi.

Problemi nuovi si pongono anche dal punto di vista delle procedure di controllo e di trattamento dei servizi di rete, con la necessità di far evolvere le funzionalità di Rete Intelligente per lo sviluppo ed il trattamento di nuovi servizi nelle reti a larga banda.

Per la gestione si prospetta il problema della complessità di controllo delle svariate tipologie di traffico e delle classi di qualità di servizio da attuare anche in contesti multifornitori. Nel campo della gestione occorre, anche, ricordare due filoni di sviluppi che oggi corrono in parallelo: quello delle reti e dei sistemi privati, basato sul protocollo *SNMP (Simple Network Management Protocol)*, e quello delle reti pubbliche basato su modelli *OSI (CMIP, Common Management Information Protocol)*.

Non ultimo in questa lista di questioni aperte è il problema del trasporto della voce sulle reti ATM e la necessità connessa del controllo dei fenomeni di eco, già trattati in [1].

Come già accennato, il grosso impatto sulla rete dell'ATM comporta la necessità di adottare nuovi criteri per progettazione, pianificazione e sviluppo delle reti di telecomunicazioni, nonché di nuove metodologie di analisi tecnico-economica delle soluzioni di rete.

Per quest'ultimo aspetto, l'ATM presenta, come ogni tecnica innovativa, extra costi di avvio rispetto alle tecnologie competitive già in campo, per cui è necessario identificare campi applicativi in cui l'ATM possa essere, a sua volta, da subito competitivo, come ad esempio nel trasporto ad alta capacità, ove le altre tecniche presentano alcune carenze.

Per impieghi nelle terminazioni d'utente, l'ATM si presenta con molte prospettive, ma il vero successo dipenderà solo dallo sviluppo di applicazioni native ATM, capaci cioè di mettere a frutto le caratteristiche dell'ATM in nuovi sistemi operativi e d'interfacciamento con l'utente.

9. Conclusioni

La tecnica di moltiplicazione e di commutazione ATM è un elemento importante nel processo di convergenza delle tecnologie dell'informazione con quelle delle telecomunicazioni e della diffusione televisiva, in quanto concorre al potenziamento delle reti di telecomunicazione per offrire una più vasta gamma di servizi, nell'ottica dello sviluppo di una futura "Società dell'Informazione" basata su una diffusa disponibilità, accessibilità e circolazione di informazioni di vario tipo.

L'impiego, tuttavia, di questa tecnica nelle reti di telecomunicazioni comporta un impatto di rilievo sulla rete esistente e presenta una serie di problemi anche di notevole complessità. Questo lavoro ha presentato al riguardo una panoramica su alcuni degli aspetti più rilevanti connessi alla qualità del servizio, alle prestazioni di rete, alla sincronizzazione di rete con un breve cenno anche ai sistemi di controllo e gestione.

Un altro aspetto messo in luce nel presente articolo ha riguardato le possibili alternative di sistemi trasmissivi che possono essere impiegati per il trasporto delle celle ATM e la preferenza netta che va ai sistemi trasmissivi SDH, specie per la loro elevata flessibilità di impiego.

In questo lavoro sono state mostrate le prospettive di impiego della nuova tecnica nelle reti di telecomunicazioni, con particolare riferimento alle interrelazioni fra i protocolli IP e la tecnica ATM. Sono state infine indicate alcune delle principali questioni ancora rimaste aperte nello sviluppo e nell'impiego della tecnica in oggetto.

Una descrizione più dettagliata dei protocolli ATM sarà fornita nella terza parte di questo lavoro che, partendo dalla descrizione del modello di riferimento dei protocolli ATM, sarà rivolto alle funzioni del piano utente a livello ATM (formato e funzioni dell'intestazione della cella ATM, moltiplicazione e commutazione dei flussi di celle) e del livello AAL per il supporto dei vari tipi di servizi. Successivi articoli della serie sull'ATM tratteranno la segnalazione nella B-ISDN, le diverse tipologie e funzioni degli apparati di commutazione e moltiplicazione, gli aspetti di traffico (prestazioni di rete e qualità di servizio), gli aspetti di esercizio e di gestione della rete, nonché i prodotti e le applicazioni ATM.

Abbreviazioni

AAL	= ATM Adaptation Layer
ADSL	= Asymmetric Digital Subscriber Loop
APON	= ATM Passive Optical Network
ARP	= Address Resolution Protocol
B-ISDN	= Broadband Integrated Services Digital Network
B-OLT	= Broadband Optical Line Termination
B-ONU	= Broadband Optical Network Unit
B-NT	= Broadband Network Termination
CDV	= Cell Delay Variation
CLR	= Cell Loss Ratio
DLCI	= Data Link Connection Identifier
FTTB	= Fiber To The Building
FTTH	= Fiber To The Home
FTTO	= Fiber To The Office
HDTV	= High Definition TV
HEC	= Header Error Control
IETF	= Internet Engineering Task Force
IP	= Internet Protocol
LAN	= Local Area Network
LANE	= LAN Emulation
NNI	= Network Node Interface
NPC	= Network Parameter Control
ODN	= Optical Distribution Network
PDH	= Plesiochronous Digital Hierarchy
PON	= Passive Optical Network
SDH	= Synchronous Digital Hierarchy
SMDS	= Switched Multimegabit Data Service
SNMP	= Simple Network Management Protocol
TA	= Terminal Adaptor
TCP	= Transmission Control Protocol
TCT	= Trattamento di Convergenza Trasmissiva
UNI	= User Network Interface
UPC	= Usage Parameter Control
VBR	= Variable Bit Rate
VC	= Virtual Channel
VCC	= Virtual Channel Connection
VCI	= Virtual Channel Identifier
VP	= Virtual Path
VPC	= Virtual Path Connection
VPI	= Virtual Path Identifier

Bibliografia

- [1] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM- Aspetti generali*. Su questo numero del Notiziario Tecnico Telecom Italia.
- [2] Mariconda, A.; Misul, R.C.; Parente, F.; Pietroiusti, R.: *La nuova gerarchia di moltiplicazione sincrona (SDH)*. «Notiziario Tecnico SIP», Vol. 1, n. 1, luglio 1992.
- [3] Antonelli, F.; Carissimi, M.; Iuso, F.; Pugliese, F.: *I protocolli TCP ed IP*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Vol. 4, n. 1, luglio 1995.
- [4] Fioretto, G.: *La standardizzazione nelle Telecomunicazioni*. Su questo numero del Notiziario Tecnico Telecom Italia.

Componenti elettronici ed affidabilità dei sistemi TLC

Le moderne telecomunicazioni devono molto del loro sviluppo degli ultimi anni ai circuiti integrati microelettronici ed ai dispositivi fotonici. Basta infatti pensare, da un lato, alle funzionalità introdotte dai circuiti integrati logici, fino al "miracolo" dei più recenti microprocessori, oppure alla elevata capacità e dinamica di memorizzazione di componenti, che in un minuscolo "chip" immagazzinano centinaia di milioni di dati, per accorgersi con facilità che i sistemi consolidati ISDN e PDH ed i più recenti sistemi SDH e ATM non potrebbero essere stati concepiti senza la presenza pervasiva di questi componenti microelettronici.

E dall'altro lato è chiaramente avvertito che le alte frequenze di cifra richieste dalle attuali telecomunicazioni sono possibili solo grazie ai sistemi di trasmissione in fibra ottica, che a loro volta per poter funzionare richiedono sofisticati dispositivi fotonici: i laser, i fotorelettori e gli amplificatori ottici.

Si è creata negli anni anche qualche piccola nicchia di mercato nella quale sono presenti alcune famiglie di componenti: nelle applicazioni alle telecomunicazioni un esempio è rappresentato dai dispositivi microelettronici in arseniuro di gallio (GaAs), che rispondono bene alle applicazioni che richiedono alta velocità (fino alle microonde) e bassi consumi di potenza (ad esempio terminali mobili).

Le innovazioni rese possibili da questi recenti sviluppi tecnologici hanno così sconvolto negli ultimi anni le conoscenze proprie degli addetti ai lavori delle telecomunicazioni, richiedendo un elevato e continuo sforzo di aggiornamento.

Un esame approfondito sulla componentistica microelettronica è poi divenuto particolarmente importante per valutare il funzionamento delle prestazioni degli apparati e per tenere sotto controllo la qualità dei sistemi e quindi il servizio offerto: solo in questo modo possono essere, ad esempio, rilevate e corrette difettosità ripetitive che si presentano nei sistemi e può essere analizzata con competenza tecnica la qualità della fornitura, anche valutando i rischi dell'innovazione.

Sembra quindi utile che il Notiziario contribuisca a fornire alcune nozioni, partendo proprio dai dispositivi microelettronici e cercando di far conoscere meglio questi "mattoni" base dei nuovi sistemi, in modo forse da vincere la naturale diffidenza che Sistemisti ed Operatori di telecomunicazioni hanno verso gli aspetti tecnologici.

Il primo articolo sulla componentistica elettronica riportato in questo numero del Notiziario Tecnico, si propone di dare ai lettori una panoramica generale dell'evoluzione della microelettronica negli ultimi anni; altri articoli sono previsti nei prossimi numeri del Notiziario Tecnico, dedicati rispettivamente ad una descrizione dei dispositivi fotonici oggi impiegati (unita a qualche proiezione verso le realizzazioni future), ad un approfondimento dei diversi tipi di dispositivi microelettronici in silicio, largamente utilizzati nei sistemi di telecomunicazione, e ad una presentazione dei dispositivi microelettronici in arseniuro di gallio, necessari per l'impiego alle frequenze di cifra più alte.

Successivamente sarà esaminata l'affidabilità dei dispositivi microelettronici e fotonici, argomento di grande importanza per i Gestori delle telecomunicazioni, in quanto esso influenza in misura sensibile l'operatività dei sistemi di telecomunicazione. Su questa tematica saranno anche presentati alcuni casi pratici di analisi di componenti difettosi, le modalità con le quali sono stati individuati i guasti in campo, le correzioni eventualmente introdotte sui componenti.

Mi auguro che questo ciclo possa rivelarsi utile specie per i responsabili dell'introduzione in campo di nuovi sistemi o di terminali o per quelli che seguono il comportamento in campo degli apparati.

r.c.

Evoluzione della componentistica microelettronica al silicio

V. GHERGIA
F. MELINDO

La componentistica microelettronica in silicio ha avuto un sviluppo rapidissimo in questi ultimi 30 anni, con un impatto straordinario sulla vita delle persone e sulle telecomunicazioni. Senza scendere in particolari tecnici approfonditi, il presente articolo ha lo scopo di dare al lettore una panoramica introduttiva di questa evoluzione, con particolari riferimenti ai dispositivi che hanno permesso di operare un così grande cambiamento nei moderni sistemi di comunicazione. Sono fornite alcune indicazioni del valore del mercato dei componenti microelettronici e delle loro principali caratteristiche. Ci si sofferma quindi sugli aspetti generali tecnologico-realizzativi dei circuiti integrati e sull'evoluzione in corso nelle tecniche di progettazione di questi componenti, che continuano ad erodere spazi sistemistici, inglobandoli in dispositivi sempre più complessi e sofisticati. E si indicano i principali tipi di circuiti integrati: le memorie, i circuiti per il processo di dati e di segnali; i circuiti standard e quelli progettati per la specifica applicazione. L'articolo si conclude indicando alcuni "problemi al contorno" (la dissipazione di potenza, i limiti di frequenza e l'importanza delle interconnessioni), che devono essere tenuti presenti nell'utilizzazione dei microcircuiti, e presentando una breve analisi dell'evoluzione che ancora possiamo aspettarci da questi componenti con dimensioni molto ridotte e con la capacità di svolgere funzioni molto complesse.

1. Introduzione

La seconda metà del '900 è caratterizzata dallo sviluppo di tecnologie che hanno avuto un impatto straordinario sulla vita delle persone. Dall'avvento della televisione alla diffusione del trasporto aereo, dall'impiego delle materie plastiche ai telefoni cellulari, dalla fotocopiatrice al computer, la vita di ogni giorno è segnata profondamente dall'evoluzione tecnologica, tanto che sarebbe difficile oggi immaginare come si svolgerebbero le nostre giornate senza le innovazioni introdotte negli ultimi cinquant'anni.

Tra le "meraviglie del secolo", un posto di prima grandezza per l'importanza economica e sociale deve essere assegnato alle telecomunicazioni, che proprio nella tecnologia hanno il loro punto di forza e che, lungi dall'essere vicino al loro asintoto evolutivo, sembrano essere sul punto di subire una svolta sostanziale sotto la spinta della mobilità personale, delle comunicazioni multimediali e in generale di una richiesta generalizzata di nuovi servizi.

Le tecnologie di cui si sono avvantaggiate le telecomunica-

zioni sono ovviamente moltissime, ma ve ne sono alcune che devono essere considerate fondamentali per lo sviluppo di questo settore. Tra queste, tre in particolare sono in posizione dominante: la microelettronica, la fotonica ed il software.

La microelettronica, che potrebbe quasi essere considerata una tecnologia "matura", è alla base di un numero estremamente elevato di applicazioni, tra le quali spicca il computer con tutto ciò che ne consegue. Della fotonica, ultima nata, è tuttora poco chiaro quale sarà l'impatto nel settore delle telecomunicazioni. Benché questa tecnologia abbia già rivoluzionato, con il laser e le fibre ottiche, l'area della trasmissione, il suo potenziale è appena stato sfiorato in superficie, in quanto la teoria lascia intravedere possibilità di sviluppo dei materiali e dei dispositivi che oggi appaiono quasi illimitate, nonché un'infinità di possibili applicazioni. Il software rappresenta infine una categoria a sé, in quanto si tratta di una tecnologia immateriale, ma non per questo meno importante delle precedenti. Al contrario, l'esigenza di gestire una rete sempre più complessa e ricca di servizi ha fatto sì

Ingg. Vittorio Ghergia, Flavio Melindo
(CSELT)

che il software sia diventato una componente essenziale di tutti i sistemi di telecomunicazione moderni, sia per gli aspetti funzionali ("anima" delle apparecchiature) sia per gli aspetti gestionali, di estrema importanza per l'operatore del servizio.

Una trattazione completa di queste tre tecnologie fondamentali sarebbe al di fuori degli scopi di questo Notiziario. In questo articolo ci limiteremo quindi a trattare a grandi linee la microelettronica, che si ritrova senza eccezione in tutte le applicazioni che hanno portato le telecomunicazioni al livello attuale di sviluppo.

2. Evoluzione della microelettronica

La microelettronica nacque nel 1958 con la realizzazione del primo circuito integrato monolitico da parte di Jack St. Claire Kilby, undici anni dopo l'invenzione del transistor. La nuova tecnica consentiva di realizzare componenti attivi (transistor), passivi (resistori) e interconnessioni sulla stessa piastrina di silicio, sfruttando procedimenti di mascheratura fotolitografica che si prestavano ad una facile riduzione dimensionale dei circuiti.

I primi circuiti integrati erano di tipo bipolare e realizzavano poche decine di componenti; tuttavia era aperta la strada ad una evoluzione rapidissima, che nel giro di pochi anni doveva portare ad una rivoluzione nel modo di intendere l'elettronica e il modo di progettare i sistemi: evoluzione permanente, perché ancora oggi il progettista deve rivedere radicalmente, ogni quattro-cinque anni, il suo modo di operare per star dietro all'evoluzione tecnologica e trarne il massimo vantaggio.

La nuova tecnologia privilegiò soprattutto i circuiti logici, che misero a disposizione dei progettisti funzioni sempre più complesse con velocità di funzionamento via via crescenti, dai primi circuiti *SSI* (*Small Scale of Integration*) agli attuali *VLSI* (*Very-Large Scale of Integration*), dal ritardo di 200 ns della famiglia *DTL* (*Diode Transistor Logic*) agli attuali 100 ps della famiglia CMOS. Nella figura 1 vengono schematizzate le evoluzioni avvenute negli ultimi trenta anni nella complessità dei circuiti integrati in silicio e nei valori minimi delle geometrie adottate nei singoli dispositivi, che hanno permesso l'impressionante aumento dei livelli di integrazione, prossimi ormai al miliardo di dispositivi per singolo circuito integrato.

I circuiti integrati in silicio sono tradizionalmente suddivisi, a seconda della tecnologia impiegata e del tipo di dispositivi elementari da cui sono costituiti, in circuiti integrati "bipolari" e circuiti integrati "MOS" (*Metal Oxide Semiconductor*) detti anche unipolari. Ini-

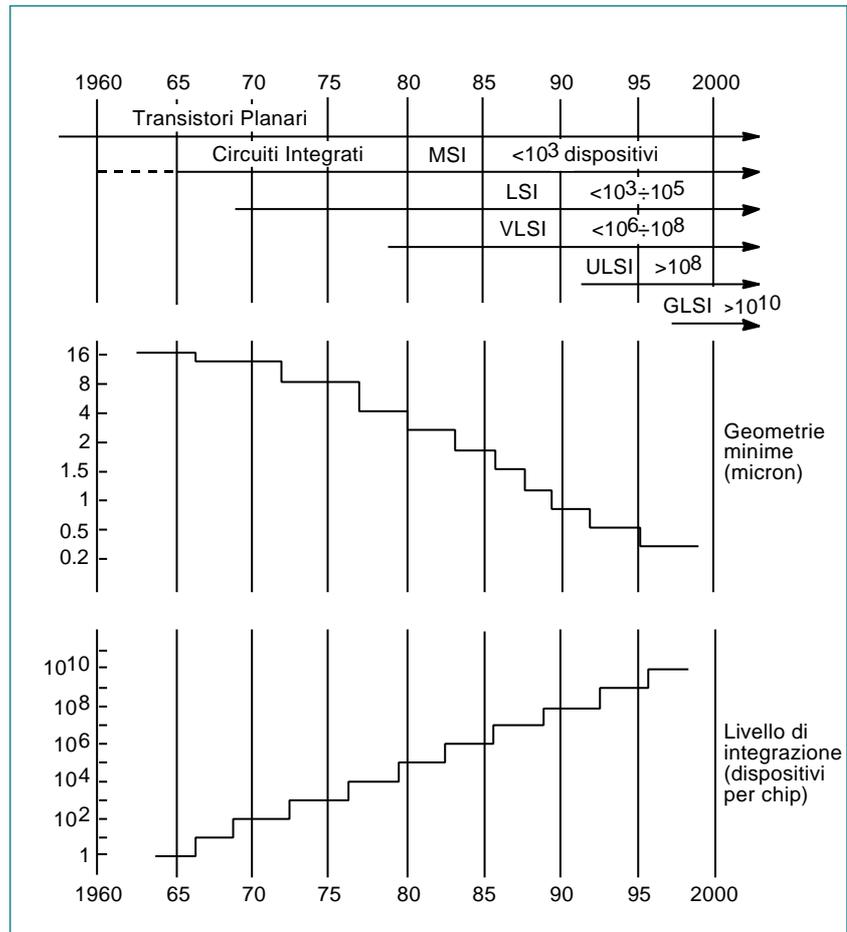


Figura 1 Evoluzione dei circuiti integrati in silicio come prodotti, geometrie minime e livelli di integrazione.

zialmente, a causa soprattutto delle minori difficoltà tecnologiche, si sono affermati i circuiti di tipo bipolare. Successivamente, con la richiesta sempre maggiore di circuiti di tipo logico, hanno preso il sopravvento i circuiti di tipo MOS, che permettevano più alte complessità circuitali e, nella configurazione *CMOS* (*Complementary MOS*), consumi e dissipazioni di potenza molto contenuti. Attualmente i circuiti bipolari vengono impiegati essenzialmente nel settore dei circuiti analogici, dove consentono maggiore flessibilità di applicazione, e nel caso di logiche molto veloci, quelle *ECL* (*Emitter Coupled Logic*), che permettono di operare fino ad alcuni Gigabit al secondo.

Nella figura 2 è riportata l'evoluzione del mercato globale dei circuiti integrati prodotti nel mondo, a partire dal 1982 fino al 1994, anno in cui è stata superata la cifra di 128 miliardi di dollari. Nel grafico sono riportati i valori percentuali di produzione dei diversi tipi di circuiti integrati indicati precedentemente. Come detto, appare chiara la prevalenza dei circuiti CMOS (79%) ed un certo spazio riservato ai circuiti bipolari analogici (10%); mentre si nota che hanno preso una certa consistenza i circuiti misti, Bipolari e CMOS (*BiCMOS*) (8%), che uniscono, nel caso di dispositivi dedicati al comando di apparecchiature o motori, la potenza dei bipolari alle logiche a basso consumo dei CMOS. Nello spazio riservato alle pre-

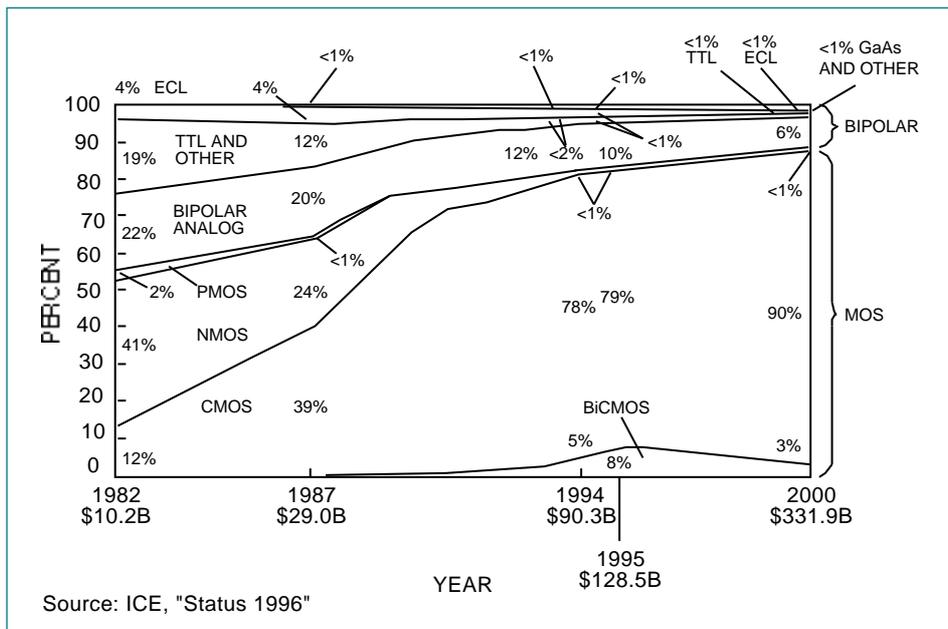


Figura 2 Mercato globale dei circuiti integrati in silicio e suddivisione percentuale del valore di produzione dei diversi tipi di circuiti integrati.

visioni future degli ultimi anni del secolo, si nota che i circuiti CMOS dovrebbero continuare ad aumentare la loro percentuale, mentre nella parte alta del grafico le logiche veloci bipolari ECL potranno perdere alcuni punti a favore delle logiche superveloci in arseniuro di gallio (GaAs), delle cui applicazioni cominciamo ora a prendere conoscenza anche in mercati non militari, ad esempio nella telefonia mobile, dove si richiedono caratteristiche di operatività alle alte frequenze associate a bassi consumi.

A completare le informazioni relative al mercato mosso dai circuiti integrati può essere interessante osservare in figura 3 il valore del mercato globale dei dispositivi a semiconduttore (in cui sono compresi anche componenti a semiconduttore discreti) comparati con il valore delle apparecchiature elettroniche prodotte. Si nota che i dispositivi a semiconduttore hanno costituito, nel 1995, il 19% del costo degli apparati elettronici prodotti e che questa percentuale continua a presentare una crescita assai sensibile. D'altronde l'impatto dei circuiti integrati sulle applicazioni è stato assai rilevante: gli elaboratori elettronici, da "mostri smi-

surati" quali erano, sono diventati macchine via via più piccole, fino agli attuali "microprocessori", che con la loro grande capacità elaborativa rendono ora praticabile lo sviluppo dell'informatica a tutti i livelli; il trattamento numerico del segnale ha trasformato la modulazione PCM e la moltiplicazione a divisione di tempo da una tecnica trasmittiva costosa alla forma corrente di codifica del segnale.

Uno dei prodotti più interessanti dello sviluppo della microelettronica è costituito dalle memorie a semiconduttori, che cominciarono a diventare un prodotto corrente all'inizio degli anni '70. Fino a quel momento la funzione di memoria era stata realizzata

mediante matrici di nuclei di ferrite, il cui montaggio era effettuato a mano, con evidenti problemi di costo, capacità di memoria e tempo di funzionamento (accesso e ciclo). Le memorie a ferrite resistettero per diverso tempo (in particolare nel settore telecom) grazie alla loro non volatilità, ma dovevano presto sparire di fronte all'aumento di capacità e di velocità di quel-

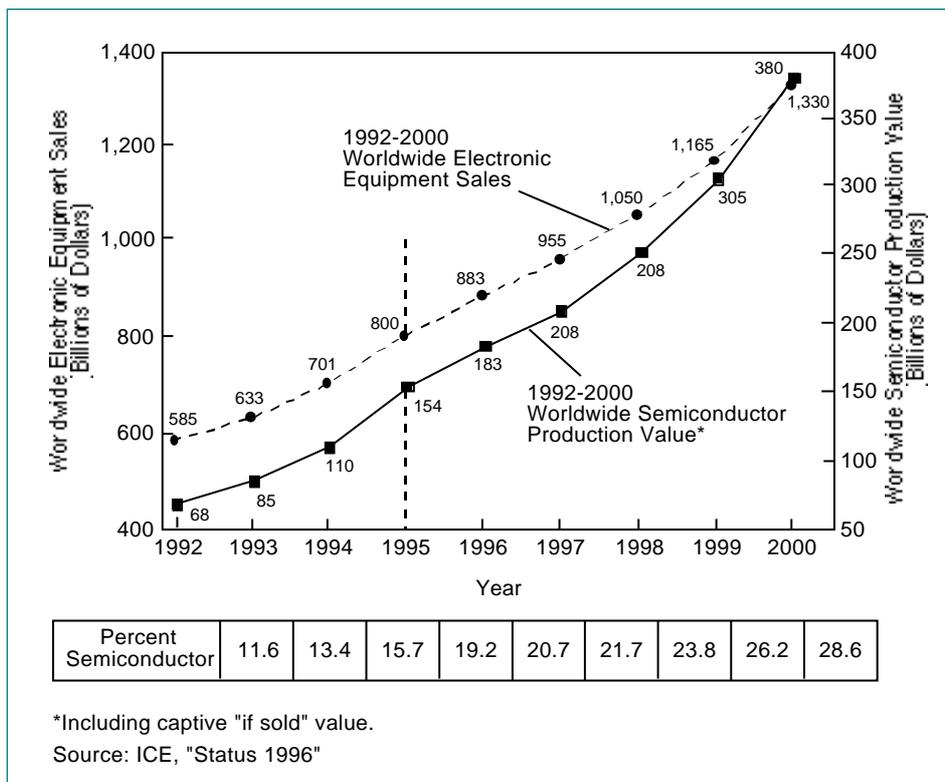


Figura 3 Confronto fra il valore delle produzioni dei dispositivi a semiconduttore (circuiti integrati più dispositivi discreti) e degli apparati elettronici.

le allo stato solido, passate dai 16 bit/chip iniziali ai 64 Mbit/chip (!) di oggi. La disponibilità di memorie veloci ha aperto la strada alla vera trasformazione dei sistemi di commutazione, che non sono diventati solo "elettronici", ma sono passati dalla tecnica a divisione di spazio a quella a divisione di tempo. Questo differente concetto di commutazione ha comportato un vero salto culturale (per molti versi ancora in corso) per il gestore delle telecomunicazioni: nella formazione pratica dei tecnici, nel modo di gestire gli impianti e i relativi malfunzionamenti, nella logistica delle scorte, nei rapporti con i fornitori.

La figura 4 mette a confronto l'evoluzione della microelettronica, rappresentata dalla dimensione delle memorie RAM (Random Access Memory) e dallo sviluppo dei microprocessori, con la messa in servizio dei sistemi di commutazione più rappresentativi e dei concetti innovativi che sono stati introdotti.

E' da notare che, mentre vi è stato un grande salto concettuale negli anni '70 con il diffondersi della commutazione numerica, gli anni successivi hanno visto soprattutto degli affinamenti del concetto di base; solo ultimamente, con l'affacciarsi della tecnica di trasferimento asincrono ATM (Asynchronous Transfer Mode), potremmo trovarci di fronte un nuovo salto qualitativo, che potrebbe portare a una nuova generazione di sistemi nei prossimi anni.

La storia degli ultimi due decenni è una dimostrazione esemplare di come lo sviluppo di una nuova tecnologia abbia riflessi importanti sulla sistemistica: oggi una centrale numerica non ha praticamente nulla in comune con un autocommutatore del tipo passo-passo (del quale peraltro sopravvivono ancora nume-

rosi esemplari), se non la compatibilità con i vecchi apparecchi telefonici, quali quelli a disco combinatore, e la relativa segnalazione decadica ad impulsi, quasi "fossili viventi" in un pianeta completamente numerizzato.

Non meno importante è stata l'influenza che la microelettronica ha esercitato sui sistemi trasmissivi, con la prevalenza del numerico sui sistemi analogici FDM e la realizzazione di tecniche di modulazione di crescente complessità, in grado di sfruttare più efficacemente la banda disponibile nel canale trasmissivo e presentare una migliore robustezza nei confronti del rumore grazie a codici complessi ad autocorrezione di errore. La disponibilità di grandi capacità di calcolo per il trattamento del segnale numerico ha infine consentito di comprimere il bit-rate richiesto nella codifica del segnale vocale, mentre un'analogica funzione, ma con risultati ancora più spettacolari, si applica oggi al segnale video.

La straordinaria evoluzione della microelettronica di questi anni è dovuta a diversi fattori, sia tecnologici che progettuali. Tra i primi occorre citare il miglioramento dei materiali, che, diminuendo il numero di difetti nel reticolo del monocristallo di silicio alla base di tutto il processo, consente di realizzare circuiti integrati con una superficie di 200 mm² e oltre, contro i 25 mm² massimi degli anni '80. Anche le tecniche di fotolitografia hanno fatto passi da gigante, permettendo di realizzare con luce ultravioletta geometrie di pochi decimi di micron, considerate impossibili pochi anni fa; ma tutto il processo di fabbricazione ha subito un costante e continuo miglioramento, e nonostante il numero di passi necessari (mascheramento, esposizione,

incisione, accrescimento, diffusione...) sia andato crescendo nel tempo ed i livelli di metallizzazione per le interconnessioni interne siano passati da uno a cinque, la resa di produzione e l'affidabilità dei dispositivi è notevolmente aumentata. Contemporaneamente sono migliorate anche le tecniche di "packaging", e un circuito con 257 piedini è diventato del tutto normale.

Non saremmo tuttavia arrivati al grado di evoluzione attuale se, contestualmente con l'avanzamento tecnologico, non fossero anche radicalmente cambiate le modalità di progettazione dei circuiti. Se infatti i primi circuiti venivano "scoperti a mano", disegnando le geometrie delle singole maschere, oggi il progettista si avvale di strumenti CAD di grande potenza, indispensabili

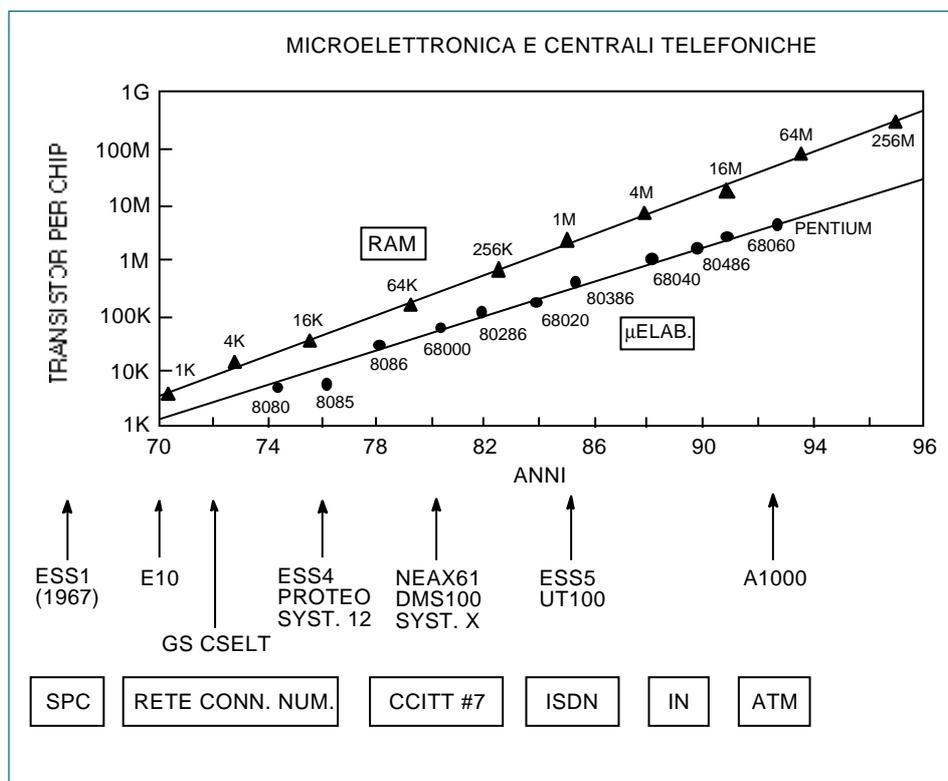


Figura 4 Confronto fra evoluzione di memorie e microprocessori integrati e dei sistemi di commutazione.

per consentirgli di gestire la complessità del circuito. In altre parole, i calcolatori consentono di progettare i circuiti che per buona parte finiranno in altri calcolatori... Non siamo ancora pervenuti al livello di macchine che progettano altre macchine, ma ci stiamo lentamente approssimando.

Se esaminiamo l'evoluzione della microelettronica dal punto di vista delle "famiglie" logiche, osserviamo, come già accennato in precedenza parlando dell'entità del mercato globale dei circuiti integrati, che la tecnologia bipolare, dopo aver conosciuto una straordinaria diffusione con la logica *TTL (Transistor-Transistor Logic)*, è ormai limitata ad applicazioni in cui sia richiesta buona capacità di pilotaggio in corrente, in particolare nei circuiti di potenza; per applicazioni logiche su larga scala di integrazione il transistor bipolare fu presto soppiantato dalla tecnologia *n-MOS (n-channel MOS)*, che a sua volta ha trovato il suo limite nella dissipazione di potenza. Oggi la quasi totalità dei circuiti che vengono realizzati, utilizza la tecnologia *CMOS*, che ha consentito di realizzare circuiti con milioni di transistor con una dissipazione di potenza relativamente contenuta, anche se il problema della potenza, come vedremo nel seguito, sta diventando uno dei più sentiti nel mondo della microelettronica.

Infine può essere utile una classificazione dei circuiti logici sulla base delle modalità di progetto e realizzazione. Procedendo dal circuito più semplice a quello più complesso, al primo gradino della scala abbiamo i *PLD (Programmable Logic Devices)* e gli *FPGA (Field Programmable Gate-Arrays)*, strutture programmabili dall'utilizzatore che consentono di realizzare circuiti da un centinaio a qualche decina di migliaia di porte; i "Gate-Array" e i *SOG (Sea Of Gates)* sono costituiti da dispositivi prediffusi, nei quali le metallizzazioni realizzano le funzioni volute dal progettista, fino a un centinaio di migliaia di porte; i circuiti "Standard Cell" si basano su librerie di celle precaratterizzate e geometricamente componibili, nonché su generatori automatici di strutture regolari e possono arrivare a centinaia di migliaia di porte; infine i circuiti "Cell Based" aggiungono alle celle standard altre celle studiate ad hoc per ottenere particolari prestazioni, che richiedono lo studio delle geometrie delle maschere. Solo in casi particolari si ricorre invece a strutture "Full Custom", in cui almeno una parte delle geometrie sono progettate ex novo.

3. Tecnologie di fabbricazione dei circuiti integrati microelettronici

La struttura di un circuito integrato per quanto molto complessa si

sviluppa solo negli strati più superficiali di una fettina di silicio (wafer), con un processo che è detto "planare". In effetti, sia pure in uno strato superficiale molto sottile di pochi millesimi di millimetro (10 - 30 µm), la fabbricazione della struttura del circuito integrato avviene secondo tre dimensioni, in cui deve essere riprodotta con la massima precisione. Ognuno degli strati della struttura ha una forma ben precisa: alcuni si trovano all'interno dello spessore superficiale della fettina di silicio ed altri sono costruiti al di sopra di essa. Il processo di fabbricazione dei circuiti integrati nella fettina di silicio consiste quindi essenzialmente nella formazione di questa successione di strati e nella definizione laterale di tali strati secondo geometrie predefinite e comprende inoltre una complessa catena di operazioni che può essere sinteticamente riassunta nello schema a blocchi della figura 5.

Le operazioni indicate nella parte sinistra dello schema sono quelle di tipo più strettamente tecnologico e tali da richiedere attrezzature molto particolari quali: laboratori depolverizzati, forni, reattori di crescita epitassiali, macchine per effettuare i collegamenti elettrici e l'incapsulamento, ... Il primo gruppo di queste operazioni viene effettuato sulla fettina di silicio, realizzando contemporaneamente un numero molto elevato di dispositivi. Il secondo gruppo di operazioni è fatto sui singoli dispositivi dopo il frazionamento del wafer. Le operazioni elencate nella parte destra dello schema comprendono invece una serie più eterogenea di interventi che riguardano la progettazione, l'informatica, le tecniche di caratterizzazione dei materiali, dei processi e dei dispositivi e le valutazioni di affidabilità.

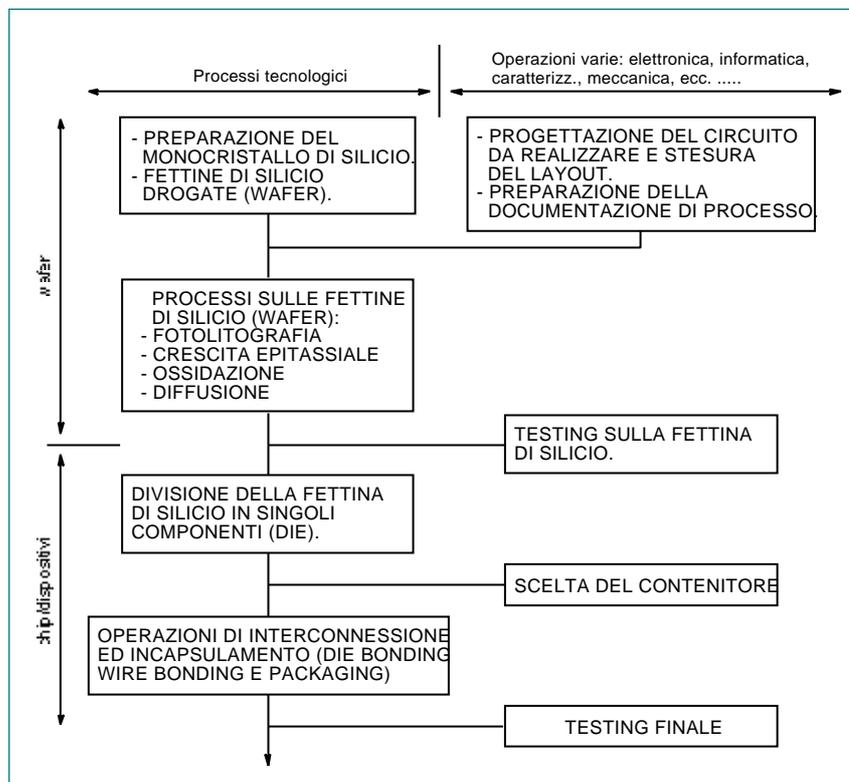


Figura 5 Schema delle operazioni necessarie per la realizzazione di un circuito integrato.

L'idea chiave che ha permesso di realizzare circuiti integrati molto complessi e di dimensioni estremamente ridotte è stata quella di adottare come base dei diversi processi di fabbricazione la tecnica fotolitografica, che verrà descritta nel seguito. Una volta deciso quale dovrà essere il circuito integrato da realizzare, occorre quindi preparare tutta la documentazione necessaria (maschere fotografiche o supporti informatici magnetici) per poter applicare tale tecnica. Primo passo per ricavare la documentazione richiesta è quello di convertire lo schema elettrico del circuito che si vuole realizzare in uno schema che riproduca la topografia e la struttura interna del circuito integrato. Questa operazione, alquanto complessa, porta alla definizione di quello che viene detto "layout" del circuito. Il progettista, per definire la realtà fisica del circuito integrato, deve tener conto delle specifiche funzionali del prodotto che vuole ottenere, deve scegliere le procedure che saranno necessarie alla sua realizzazione e deve quindi stimare le dimensioni e fissare le geometrie e le posizioni dei singoli elementi circuitali, in modo che possano essere correttamente interconnessi fra loro.

Come già accennato, fino a poco più di una quindicina di anni fa, questo lavoro di conversione dallo schema elettrico al layout del circuito integrato veniva fatto manualmente dai progettisti, usando grandi fogli da disegno in cui si collocavano e si muovevano le figurine, che rappresentavano i diversi elementi del circuito, in modo da interconnetterle fra loro. L'informatica ha messo ora a disposizione potenti calcolatori, mezzi grafici sofisticati e programmi software che permettono un dialogo interattivo fra progettista e macchina. Tutti mezzi che facilitano enormemente le operazioni di realizzazione dei layout. I tempi di progettazione possono tuttavia essere ancora assai lunghi nel caso di circuiti molto complessi e quindi un notevole sforzo viene oggi compiuto per poter utilizzare i calcolatori non solo come mezzo grafico intelligente, ma anche come mezzo di progettazione automatica.

Una volta definito il layout del circuito integrato che, come detto, rappresenta lo schema topografico e fisico del circuito, è possibile passare alla realizzazione dei documenti richiesti per i processi fotolitografici di fabbricazione. I calcolatori impiegati per tracciare ("sbrogliare") il layout mettono a disposizione, al termine del processo, supporti magnetici contenenti l'informazione necessaria per realizzare, tramite macchine fotocompositrici, le maschere fotografiche, di solito in scala 10 : 1. Si ottiene una maschera fotografica diversa per ognuno dei processi tecnologici che saranno successivamente eseguiti sulla fettina di silicio.

Le maschere fotografiche sono quindi ridotte alla scala 1 : 1 impiegata nella tecnica di fotolitografia a contatto (oppure 5 : 1 nella tecnica per proiezione), compiendo contemporaneamente un'operazione detta di "step and repeat", che consente di avere su ognuna delle maschere fotografiche non un solo circuito, ma un numero elevato di circuiti tutti uguali, ordinati in righe e colonne e tali da ricoprire un'area pari a quella della "fettina" di silicio utilizzata per la produzione dei componenti.

Le fettine di silicio oggi utilizzate in produzione hanno diametri di 6 - 8 pollici e su di esse possono

quindi essere realizzati contemporaneamente, a seconda delle loro dimensioni, diverse centinaia di circuiti. Queste fettine devono avere caratteristiche particolari. Anzitutto devono essere monocristalline; devono avere un drogaggio di tipo "p" o di tipo "n" a seconda dei dati imposti dal progetto; devono essere state tagliate da un monocristallo di silicio secondo i piani cristallografici; assottigliate ad uno spessore di circa 0,5 mm e rese speculari superficialmente mediante tecniche di lappatura e lucidatura.

Con le maschere fotografiche è possibile effettuare sulle fettine di silicio i processi fotolitografici sopra detti, che vengono ripetuti un certo numero di volte, utilizzando ogni volta maschere diverse e con modalità leggermente diverse a seconda del tipo di operazioni che seguiranno. Un tipico processo fotolitografico è indicato in figura 6. Si tratta di utilizzare un materiale fotosensibile e ricoprire con esso, ad esempio, la fettina di silicio preventivamente ossidata. Attraverso la maschera fotografica si espone selettivamente lo strato di materiale fotosensibile mediante luce ultravioletta ($\lambda = 365$ nm oppure 405 nm). Una successiva operazione di sviluppo dello strato fotosensibile consente di scoprire lo strato ossidato della fettina di silicio in zone ben determinate; quindi un attacco chimico selettivo (che attacca molto più velocemente l'ossido di silicio, rispetto al silicio e non attacca il fotoresist), permette di incidere nell'ossido di silicio le geometrie non protette dallo strato di fotoresist, secondo il disegno contenuto nella maschera fotografica. Sfruttando poi la protezione dello strato di ossido,

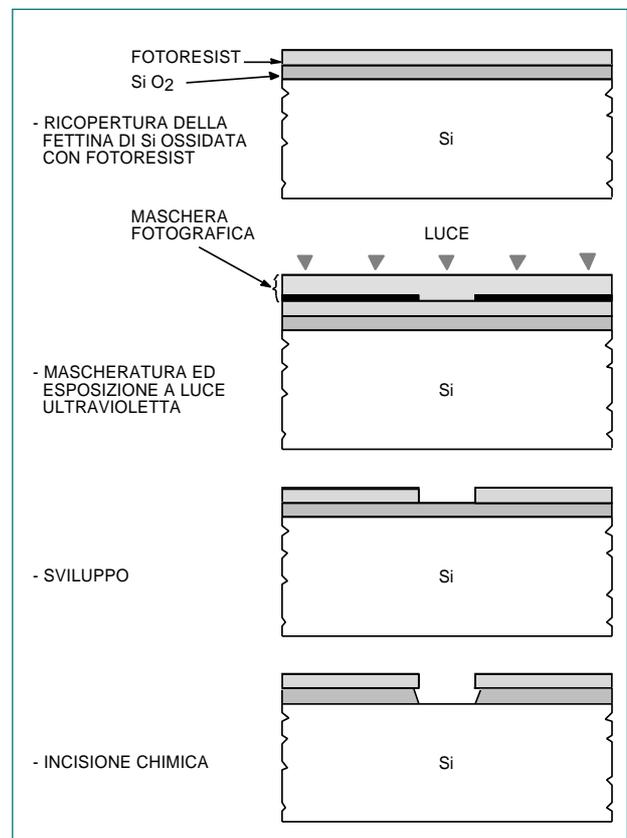


Figura 6 Processo di incisione fotolitografica.

possono essere eseguiti nel silicio drogaggi per diffusione o per impiantazione ionica in modo selettivo, solo nelle zone non protette.

I processi tecnologici, effettuati sulla fettina di silicio, pur se concettualmente simili, variano a seconda del tipo di circuito che si vuole realizzare e delle prestazioni che si vogliono ottenere dai circuiti. Più ci si sposta verso circuiti complessi e sofisticati (circuiti integrati a larga scala di integrazione VLSI o ULSI), più il numero delle operazioni da effettuare aumenta, richiedendo un maggior numero di maschere fotolitografiche. Gli attuali circuiti integrati richiedono un numero di maschere variabile da 14 a 22, mentre il numero essenziale di maschere impiegate durante gli anni settanta, per circuiti integrati semplici, era di 6 oppure di 4 maschere rispettivamente per il processo dei circuiti integrati bipolari o per quello dei circuiti integrati MOS. A titolo di esempio nella figura 7 viene riportato il processo semplificato, a 4 maschere, impiegato per realizzare un dispositivo MOS a canale N, integrato sul "wafer" di silicio.

L'aumento del numero di maschere fotografiche ora impiegate dipende in alcuni casi particolari dal frazionamento di alcuni processi per aumentare le rese realizzative dei circuiti, e consiste nell'aggiunta ad

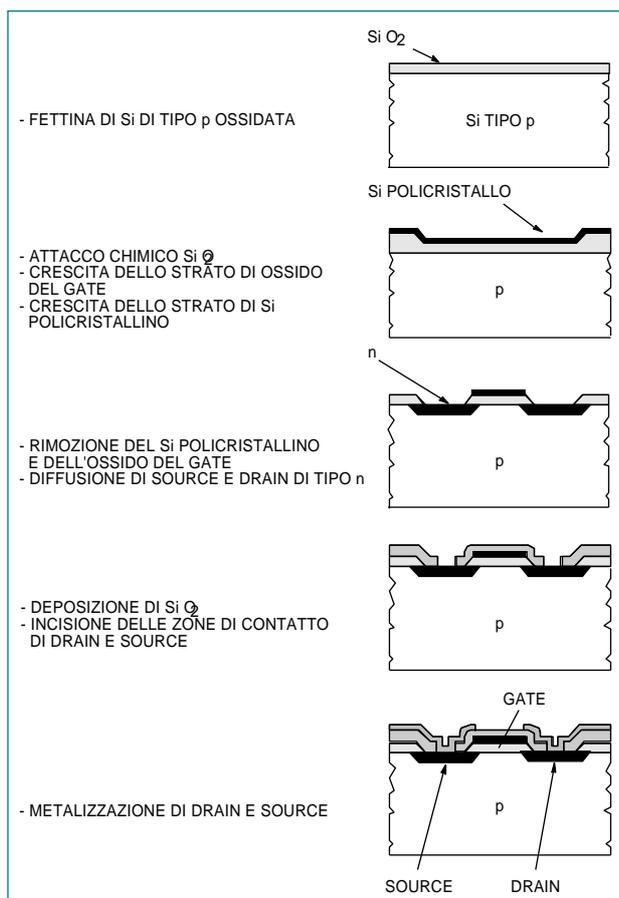


Figura 7 Sequenza (semplificata a soli 4 processi di mascheratura) dei passi tecnologici principali impiegati per realizzare, su wafer di silicio, un circuito integrato MOS a canale N, con gate in silicio policristallino.

esempio di uno strato protettivo del circuito e quindi dalla relativa maschera di definizione delle geometrie; ovvero esso è motivato dalla richiesta di migliorare le prestazioni dei circuiti, creando ad esempio delle zone impiantate per avere una più favorevole resistività del semiconduttore. Ma in generale esso dipende soprattutto dal crescere della densità di impaccamento dei circuiti e quindi dalla necessità di avere un numero sempre crescente di livelli di interconnessione elettrica (fino a 5, in circuiti integrati ad alta complessità), con le relative maschere per definire le piste degli strati conduttivi e le aree degli strati dielettrici di isolamento intermedi.

Al termine dei processi sul "wafer", la fettina di silicio contiene un certo numero di circuiti integrati completamente finiti ed in grado di funzionare in modo autonomo. A questo punto, prima di separare i circuiti integrati l'uno dall'altro, deve essere effettuata la prima operazione di prova elettrica dei circuiti, per poter individuare quelli che funzionano correttamente e separarli da quelli non funzionanti. E' molto importante che questa operazione di selezione avvenga subito, dato che le rese dei processi finora eseguiti possono essere abbastanza limitate ed è quindi opportuno che le successive lavorazioni individuali (e perciò relativamente più costose) siano eseguite solo sui dispositivi validi. La resa dei processi sul wafer di silicio dipende da diversi fattori: dalle novità tecnologiche introdotte nei processi, dalle geometrie impiegate, dalla complessità del circuito e dall'area di silicio che esso occupa. Il valore medio attuale delle rese di produzione dei circuiti integrati a larga scala di integrazione è leggermente inferiore al 50%.

Le prove di funzionamento elettrico sul "wafer" di silicio viene fatto in modo automatico con macchine comandate da calcolatore, che dispongono di sonde aghiformi in grado di effettuare per contatto a pressione il collegamento elettrico con le piazzole dei singoli circuiti integrati. Queste macchine possono provare anche i circuiti integrati più complessi in tempi brevissimi, dell'ordine del secondo e contrassegnare (tramite ad esempio una gocciolina di materiale magnetico) i circuiti non funzionanti, che saranno poi separati da quelli buoni al termine dell'operazione di frazionamento del "wafer" di silicio. Il numero di prove, che una macchina automatica deve effettuare per garantire che i circuiti esaminati siano funzionanti, può essere molto elevato (anche diverse migliaia di test per ogni circuito) se la complessità dei circuiti è notevole. Lo studio del tipo e della sequenza delle misure cui sottoporre il circuito può essere assai critico e solitamente è fatto già in sede di progetto del circuito integrato e può rappresentare un costo non trascurabile rispetto a quello di progettazione propriamente detto.

Dopo aver effettuato il controllo automatico dei circuiti integrati presenti sul "wafer" di silicio, si procede alla separazione dei circuiti. Questa operazione è fatta tramite seghe diamantate sottilissime che tagliano i "wafer" di silicio in sequenza per righe e per colonne, separando i singoli circuiti uno dall'altro. Un'elettro-calamita può asportare quindi rapidamente i circuiti non funzionanti contrassegnati precedentemente con inchiostro magnetico, lasciando solo i cir-

cuiti validi, pronti per le successive operazioni di montaggio in contenitore ("package").

Quella del "packaging" è un'operazione che incide in modo rilevante nella vita futura operativa e quindi nell'affidabilità finale dei dispositivi, anche se è altrettanto importante la dipendenza del comportamento del circuito integrato nel tempo dal tipo e dalla qualità dei processi effettuati durante la fabbricazione del "wafer" di silicio. Il "package" dei circuiti integrati deve infatti garantire la protezione dei circuiti, la dissipazione del calore prodotto al suo interno e l'interconnessione di ingresso e di uscita dei segnali dal circuito integrato, come indicato in figura 8.

La protezione dei circuiti dagli agenti ambientali esterni è eseguita normalmente tramite l'ermeticità dei contenitori. Motivi economici, legati al costo dei materiali, al tipo di operazioni richieste per l'incapsulamento ed all'elevato numero di terminali necessari per gli attuali circuiti integrati sempre più complessi, hanno fatto sì che i materiali dei contenitori dei circuiti integrati siano oggi essenzialmente la ceramica e la plastica.

La plastica, molto economica, ha il grave inconveniente della non completa ermeticità al vapore acqueo, caratteristica questa che richiede l'effettuazione di particolari protezioni superficiali dei circuiti per evitare fenomeni non voluti di corrosione.

La ceramica, ottimo ed affidabile materiale per il "package" dei circuiti integrati per la sua ermeticità, presenta costi più alti ed anche alcuni problemi nell'integrazione a larga scala, quando ad esempio la riduzione dello spessore degli ossidi (richiesta contemporaneamente alla riduzione delle geometrie dei circuiti di tipo MOS) rende questi circuiti sensibili alle radiazioni delle particelle "α" emesse dalla ceramica.

La dissipazione del calore dei circuiti integrati di-

venta particolarmente critica quando si addensano in un unico circuito centinaia di migliaia o milioni di dispositivi elementari, poiché la loro affidabilità decresce in modo esponenziale con l'aumento della temperatura. Grande cura deve quindi essere rivolta a diminuire per quanto possibile la resistenza termica del "package" dei circuiti migliorando la dissipazione del calore.

Questo aspetto della dissipazione del calore dei "package" è da considerarsi di estrema importanza poiché da esso dipendono anche le principali cause di limitazione della complessità dei circuiti e del funzionamento operativo alle alte velocità. Già ora, per particolari condizioni di funzionamento, è stato necessario studiare "package" speciali, che includono sistemi di raffreddamento con circolazione forzata di acqua raffreddata.

Infine l'interconnessione delle funzioni di ingresso e di uscita dei circuiti integrati complessi può richiedere anche diverse centinaia di terminali e questo diventa di difficile realizzazione pratica se si vuole che il contenitore mantenga dimensioni relativamente piccole e conservi i vantaggi di compattezza propri dell'integrazione.

L'insieme dei problemi sopra elencati richiede un'evoluzione notevole e continua nello studio dei tipi di "package" da adottare per i circuiti integrati a larga scala di integrazione.

Attualmente si realizzano anche nuovi sistemi di assemblaggio come, ad esempio, gli *MCM (Multi Chip Module, v. il cap. "I problemi al contorno")* che rappresentano vere e proprie nuove filosofie di interconnessione.

4. Evoluzione dei metodi di progetto

E' stato già accennato al progresso della microelettronica reso possibile, oltre che dall'evoluzione del processo di fabbricazione, dallo straordinario sviluppo degli strumenti *CAD (Computer Aided Design)* a disposizione del progettista, senza i quali non sarebbe possibile gestire complessità circuitali di milioni di transistor.

Agli inizi degli anni '80 il progettista aveva a sua disposizione alcuni strumenti che erano principalmente di ausilio grafico per il disegno geometrico delle maschere e di simulazione del comportamento elettrico del singolo dispositivo; non stupisce quindi che circuiti con poche migliaia di transistor richiedessero svariati anni-uomo per la loro progettazione. Oggi lo stesso progettista può contare su una serie di "attrezzi" (tool) che impiega dalla fase iniziale del progetto fino al collaudo finale, garantendo una probabilità di successo molto elevata.

Per capire meglio la portata di questi strumenti di supporto, può essere interessante esaminare il flusso del progetto di un circuito integrato: si supponga che il progettista, sulla base di una prima stima della complessità e delle prestazioni richieste al circuito, abbia deciso di utilizzare le celle normalizzate da un determinato fornitore di silicio (silicon foundry), e che le integri

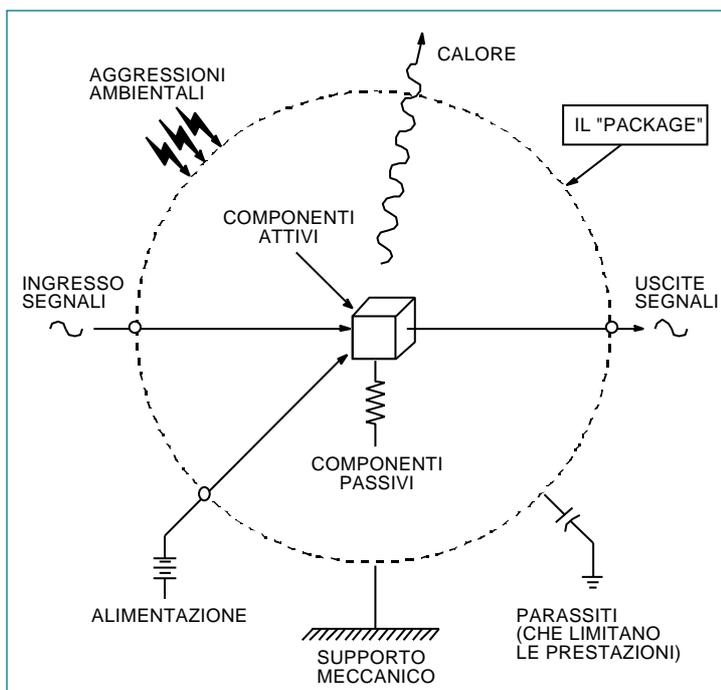


Figura 8 Funzione del package dei circuiti integrati.

con celle sviluppate appositamente per alcune parti critiche. Questa tecnica, che si definisce "cell based", richiede lo studio delle celle speciali e quindi una conoscenza approfondita sulla progettazione dei componenti sul silicio, che non è approfondita in questa nota.

Il fornitore mette a disposizione del progettista una "libreria di celle" (software) che comprende numerose funzioni logiche e generatori automatici di strutture regolari (registri, memorie ROM e RAM ecc.), con le rispettive caratteristiche logiche-elettriche. Il progettista disegna quindi il circuito sullo schermo di una "workstation" connettendo le celle disponibili (blocchi logici) e le sue celle speciali, secondo regole di progetto predefinite (carichi ecc.); studia poi inoltre le sequenze di prova con le quali intende successivamente verificare la funzionalità del circuito.

Un primo "tool" verifica eventuali violazioni delle regole di progetto, e determina i carichi capacitivi nei diversi punti del circuito, basandosi su stime statistiche. Corrette le eventuali violazioni delle regole di progetto, un secondo e più sofisticato strumento permette di simulare il funzionamento logico del circuito, sulla base delle sequenze di prova e delle capacità stimate. Eventuali errori emersi in questa fase sono corretti e la funzionalità è nuovamente provata, ripercorrendo più volte questo stesso ciclo fino ad ottenere un funzionamento simulato corretto.

Il progettista studia quindi la topologia del circuito, piazzando i vari blocchi logici sul silicio (floorplanning), e determinando di conseguenza anche i percorsi delle interconnessioni; in questa fase è aiutato da altri tool, di tipo interattivo, che gli permettono di "vedere" il risultato di ogni decisione sul posizionamento dei blocchi. Quando il progettista è soddisfatto del risultato ottenuto, un altro strumento automatico estrae, a partire dalla ipotetica topologia del circuito, le capacità reali presenti nei diversi punti.

E' quindi possibile impostare nuovamente la simulazione logica con le capacità reali e verificare se il dispositivo simulato funziona ancora. Se non funziona (caso molto frequente), il progettista decide le modifiche da apportare, che possono essere di tipo logico (per esempio cambiando il modo di realizzare una funzione), elettrico (ad esempio usando celle con capacità di pilotaggio più alta) o topologico (ad esempio avvicinando due blocchi per ridurre la lunghezza di un collegamento).

Il progetto subisce quindi numerosi cicli di affinamento, finché il progettista non è soddisfatto del risultato ottenuto. Solo a questo punto la descrizione geometrica del circuito è trasmessa alla silicon foundry, che provvede a realizzare il processo costruttivo e a restituire al committente i campioni del circuito, per l'ultimo e definitivo ciclo di prove: quelle sul prodotto finito. Su circuiti di complessità elevata non è quindi infrequente che, nell'applicazione reale, si presentino errori a livello di specifica che comportano naturalmente la ripetizione di tutto il ciclo di progettazione fin qui descritto.

Negli ultimi tempi hanno fatto la loro apparizione alcuni linguaggi ad alto livello, uno dei quali è il VHDL (*VHSIC Hardware Description Language*⁽¹⁾), che consentono di descrivere il circuito non in termini di

porte logiche ma di funzioni di livello superiore. La descrizione può essere di tipo "architetturale", relativa cioè alla struttura del circuito e dei blocchi che lo compongono, o "comportamentale", cioè relativa all'algoritmo che deve essere realizzato dal circuito. A partire da questa descrizione, è poi possibile, utilizzando strumenti molto complessi, pervenire alla sintesi del circuito su silicio in modo quasi automatico.

Cominciano anche a diffondersi alcuni strumenti che inseriscono automaticamente nel circuito, in fase di sintesi, flip-flop e logiche aggiuntive che consentono di provarlo mediante tecniche particolari di scansione al contorno ("boundary scan"). Si tratta di un aiuto considerevole per il progettista, in quanto è sempre più difficile riuscire a collaudare circuiti di complessità crescente, in cui quasi sempre i nodi interni non sono accessibili dall'esterno.

Per quanto aiutata da strumenti software sempre più sofisticati, l'intelligenza, l'esperienza e la sensibilità del progettista continuano quindi a rimanere una componente fondamentale per lo sviluppo corretto ed in tempi contenuti di un nuovo circuito.

5. Tipi di circuiti integrati

Sia i circuiti bipolari che quelli MOS possono essere suddivisi, come si è visto, in circuiti di tipo numerico (o logico) e di tipo lineare.

Le applicazioni dei circuiti lineari sono estremamente varie e, se si escludono le famiglie degli amplificatori operazionali e delle interfacce analogico-digitali e digitale-analogico, è difficile classificarle per tipo, dato che il più delle volte si rivolgono ad un mercato di consumo dedicato ed assai eterogeneo.

Più facile è la classificazione dei circuiti logici, che si possono raggruppare in memorie ed in circuiti per l'elaborazione dell'informazione:

- *Memorie:*
 - Dinamiche DRAM (Dynamic Random Access Memory)
 - Statiche SRAM (Static Random Access Memory)
 - A sola lettura ROM (Read Only Memory)
 - Programmabili PROM (Programmable Read Only Memory)
 - Riprogrammabili EPROM (Electrically Programmable ROM)
 - Riprogrammabili e cancellabili E²PROM (Electrically Erasable and Programmable ROM)
 - Flash Memory
- *Elaborazione dell'informazione:*
 - Elaborazione dei dati MPU (Micro Processor Unit) e MCU (Micro Controller Unit)
 - Elaborazione dei segnali DSP (Digital Signal Processor)
 - ASIC (Application Specific Integrated Circuit)
 - Gate Arrays - Standard Cells

⁽¹⁾ VHSIC (Very High-Speed Integrated Circuits) era un programma di sviluppo di circuiti integrati ad alte prestazioni finanziato dal Ministero della Difesa degli USA, nell'ambito del quale venne definito il linguaggio VHDL.

ASSP (Application Specific Standard Part) - Full Custom
 PLD (Programmable Logic Array) - FPGA (Field Programmable Gate Array)

5.1 Le memorie

Le memorie rappresentano il tipo di circuito integrato a larga scala di integrazione più facilmente standardizzabile e possono essere classificate a seconda del tipo di prestazioni ottenibili, legate alla circuitistica impiegata ed alle tecnologie di realizzazione; nel seguente modo :

- memorie dinamiche ad accesso casuale DRAM, hanno bisogno di un continuo riaggiornamento dell'informazione memorizzata;
- memorie statiche SRAM, un poco più complesse circuitualmente delle precedenti, possono mantenere il contenuto memorizzato a tempo indeterminato, ma solo finché sono alimentate (memorie volatili);
- memorie a sola lettura ROM, programmate dal costruttore secondo un progetto fisso ed inalterabile, mantengono l'informazione indefinitivamente;
- memorie programmabili una volta solo dall'utilizzatore PROM;
- memorie programmabili con comandi elettrici fuori linea e cancellabili con raggi ultra-violetti EPROM;
- memorie programmabili e cancellabili elettricamente in linea, byte per byte, con impulsi elettrici di ampiezza o durata maggiore dell'usuale E²PROM;
- FLASH MEMORY, ultime arrivate, permettono la programmazione in linea, come le E²PROM, ma sono più semplici di queste, consentendo costi più contenuti e complessità maggiori, a scapito di una cancellazione che non può essere fatta byte per byte, ma avviene su tutta la memoria con un impulso "flash".

La figura 9 riporta schematicamente l'evoluzione della memorizzazione, che si è avuta in questi ultimi anni : dalle memorie a sola lettura (ROM) e da quelle ad accesso casuale (RAM) verso forme di memoria programmabili ed a quelle riprogrammabili, di tipo non volatile; con la prospettiva di arrivare in un prossimo futuro alla memoria "ideale" che riassume in un unico dispositivo le migliori caratteristiche di semplicità, alta densità, bassi consumi, riprogrammabilità e non volatilità.

Sono notevoli, dal punto di vista tecnologico, le differenze fra le memorie ROM e quelle programmabili: le prime sono più semplici e sono realizzate con circuiti MOS con metallizzazioni di collegamento fra i componenti eseguite dal costruttore dei circuiti, secondo lo schema fornito dal cliente, in modo fisso, tali da determinare permanentemente lo stato "uno" o lo stato "zero" in ogni singola cella di memoria.

Le memorie PROM, oggi poco usate, sono realizzate tecnologicamente con circuiti di tipo MOS e bipolare, usano collegamenti di programmazione a "fusibile link" e si prestano ad una sola programmazione da parte dell'utilizzatore, non ripetibile.

Le memorie EPROM sono di tipo MOS e presentano dei "gate" fluttuanti nella cella di memoria (FA-MOS - Floating Avalanche MOS). I "gate" possono essere caricati di portatori, mediante impulsi elettrici, nell'operazione di programmazione e possono poi essere scaricati, per renderli disponibili ad una ulteriore programmazione, con l'esposizione del dispositivo ad una radiazione ultravioletta.

Le memorie E²PROM, programmabili e cancellabili elettricamente, sono state ottenute risolvendo notevoli difficoltà tecnologiche (ad esempio controllando in modo molto stretto lo spessore di diversi strati di dielettrici, dell'ordine di 100 - 200 Å) ed assommano, come si è detto, i vantaggi delle memorie ad accesso casuale continuamente alterabili e quelli delle memorie a sola lettura in cui l'informazione è di tipo fisso, non volatile. Queste memorie presentano però ancora lo svantaggio di non poter essere programmate e riprogrammate con impulsi elettrici di valore limitato, in tempo e in ampiezza, compatibili con i livelli dei segnali logici impiegati nel funzionamento normale dei dispositivi.

Le più recenti FLASH MEMORY sono concettualmente simili alle memorie E²PROM e sono state progettate per poter avere una maggiore diffusione sul mercato presentando un circuito della cella di memoria molto semplice, che consente complessità paragonabili a quello delle memorie RAM e quindi costi molto contenuti. Come prestazioni le "flash memory" sono leggermente inferiori alle E²PROM dato che non permettono, come si è detto, una cancellazione byte per byte, ma si cancellano completa-

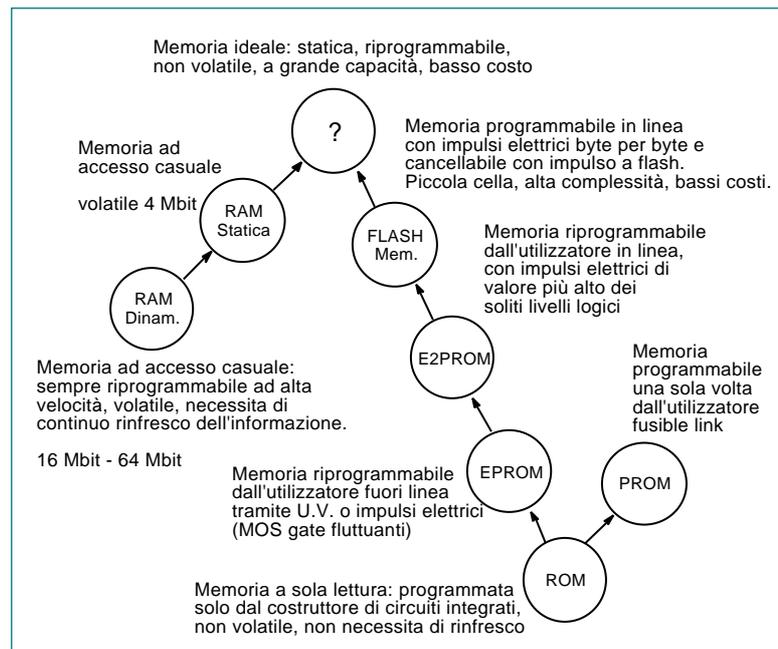


Figura 9 Evoluzione delle memorie realizzate con circuiti integrati in silicio.

mente con un unico impulso di cancellazione e quindi devono poi essere riprogrammate nella nuova configurazione.

Pur essendo le memorie circuiti di tipo standard per antonomasia, si sta assistendo in questi ultimi tempi ad una progressiva diversificazione delle memorie in architetture che tengano conto delle differenti applicazioni richieste. Sono così disponibili memorie con prestazioni più calzanti con le applicazioni specifiche, con indubbi vantaggi sistemistici; nello stesso tempo la diversificazione sta tuttavia provocando, per la prima volta nella storia delle memorie a semiconduttore, un certo innalzamento dei costi di memorizzazione per bit, dovuto, oltre che alla specializzazione per applicazione, anche alla maggiore complessità dei "package" richiesti (con maggior numero di terminali).

5.2 I circuiti per l'elaborazione dell'informazione

I circuiti dedicati all'elaborazione dell'informazione comprendono circuiti integrati specializzati per i dati e circuiti integrati per i segnali fonici.

I circuiti integrati per l'elaborazione di dati si dividono in due gruppi: quello dei più semplici (in senso solo relativo) microprocessori MPU; e quello dei circuiti MCU, che insieme ai microprocessori contengono anche i circuiti periferici di ingresso e uscita necessari per il collegamento ad altri circuiti o alla strumentazione elettronica.

I microprocessori hanno nel tempo continuato ad aumentare la loro velocità elaborativa arrivando ora ad operare con architetture a 32 e 64 bit e orologio di alcune centinaia di MHz, con complessità circuitali che raggiungono i 6 milioni di dispositivi per "chip" e consumi di potenza che in alcuni casi superano i 20 W. Il "Pentium" prodotto dalla Intel, uno dei processori più impiegati attualmente nei personal computer di alta classe, ha avuto un'ulteriore crescita nel 1995, passando dalla versione che operava a 100 MHz con 32 bit (3,3 milioni di transistori in BiCMOS aventi geometrie di 0,5 µm) alla nuova configurazione a 64 bit, operante a 133 MHz con 5.5 milioni di transistori.

Più diversificata è la casistica delle applicazioni dei circuiti per l'elaborazione di segnale DSP (*Digital Signal Processing*), che hanno funzionalità di grande interesse per le telecomunicazioni quali: filtraggio, compressione e memorizzazione di dati, video ed audio; equalizzazione adattativa; cancellazione d'eco; trasmissione criptata; sintesi vocale, riconoscimento del linguaggio; elaborazione delle immagini; ... In diverse delle loro applicazioni i circuiti DSP, che pure rientrano nella classificazione dei circuiti di tipo logico, possono contenere anche alcune parti analogiche.

Un altro gruppo di dispositivi di processo, non facilmente standardizzabili, è costituito dai circuiti integrati dedicati, detti comunemente ASIC (*Application Specific Integrated Circuits*). Gli ASIC sono solitamente dispositivi piuttosto complessi, a larga scala di integrazione, con un numero di circuiti elementari molto elevato (dell'ordine di 10^4 - 10^7 transistori) e presentano problematiche del tutto particolari dal punto di vista del progetto, delle prove e della realizzazione. Progettare circuiti ad alta complessità richiede tempi ed on-

ri notevoli: infatti, nonostante l'evoluzione nella messa a punto dei dispositivi vista in precedenza, per progettare completamente dispositivi con complessità dell'ordine di 10^4 - 10^7 transistori può occorrere un tempo variabile da 12 a 24 mesi, con costi che superano facilmente i 50 - 100 miliardi di lire.

Per contenere entro limiti ragionevoli il tempo richiesto dalla progettazione e ridurre i costi (che sono poi difficili da assorbire nei volumi di produzione spesso limitati dei circuiti dedicati) si stanno seguendo due vie. Da un lato si è cercato di standardizzare in qualche modo la realizzazione di questi circuiti. Le tecniche impiegate a tale scopo sono essenzialmente quelle dette dei "gate array" e delle "standard cells": circuiti standard a livello di processi tecnologici, che permettono di realizzare insiemi di porte elementari o di celle circuitali un poco più complesse, le quali vengono poi dedicate alle specifiche applicazioni tramite la personalizzazione delle ultime maschere fotolitografiche e dei relativi processi di interconnessione.

Dall'altro lato si sta cercando di promuovere una compartecipazione, ai costi di progettazione e realizzazione, da parte dell'utilizzatore e del fabbricante di circuiti integrati, realizzando in questo modo dei circuiti dedicati, che però restano di proprietà delle conoscenze (know-how) di progettazione del costruttore, che potrà riadattarlo per altre eventuali applicazioni dedicate e vendere i circuiti così realizzati anche a terzi. Si parla in tal caso di circuiti detti ASSP (*Application Specific Standard Part*), che stanno avendo un grande interesse di realizzazioni e di fatturato, avendo raggiunto quote percentuali superiori al 50% dell'intero mercato dei circuiti integrati logici (escluse le memorie).

Recentemente infine, in modo simile a quanto visto per le memorie, ha assunto una notevole importanza l'impiego di circuiti logici programmabili PLD (*Programmable Logic Devices*) e FPGA (*Field Programmable Gate Arrays*). Questi circuiti permettono di realizzare veri e propri ASIC, cioè di ottenere circuiti dedicati alle specifiche applicazioni volute dall'utilizzatore, programmandoli a casa dello stesso utilizzatore. Le logiche programmabili, come del resto anche le memorie programmabili, possono essere considerate in un certo senso degli ASIC con un alto livello di standardizzazione; mentre all'estremità opposta di non standardizzazione degli ASIC possono essere posti i circuiti "Full custom" che sono completamente progettati e realizzati per una applicazione specifica.

In figura 10 sono riportati i diversi tipi possibili di circuiti dedicati, con l'indicazione delle loro principali caratteristiche e del livello di standardizzazione.

6. I problemi al contorno

Via via che crescono la complessità dei circuiti e la frequenza di funzionamento, si presentano una serie di problemi che solo ad un esame superficiale sono da considerarsi secondari. Uno, già citato, riguarda la dissipazione di potenza; altri nascono dalle interconnessioni e dall'incapsulamento (packaging) e si estendono fino ad influenzare il progetto di tutto il sistema.

La *potenza dissipata* è diventata un problema parti-

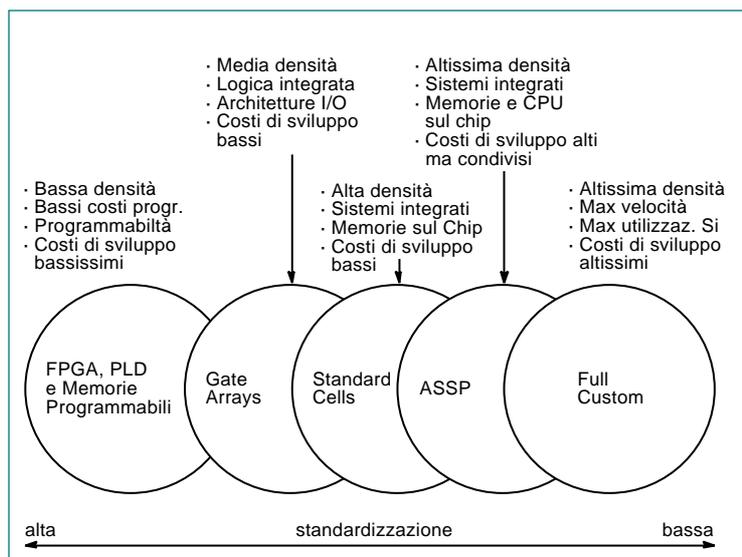


Figura 10 Diversi tipi di realizzazioni di circuiti ASIC con indicazione delle loro principali caratteristiche.

colarmente sentito negli apparecchi portatili, il cui funzionamento è vincolato alla capacità della batteria, come ben sanno gli utilizzatori dei telefoni cellulari e dei "laptop computer": l'evoluzione della capacità specifica delle batterie, malgrado gli sforzi dell'industria e la ricerca di nuovi componenti, non è stata adeguata allo sviluppo tecnologico della componentistica: essa è infatti solo raddoppiata in vent'anni. Ma la dissipazione anche negli autocommutatori può rappresentare un problema a causa dell'alto numero di circuiti che sono inseriti in un telaio. La dissipazione può raggiungere diversi kW, con problemi di ventilazione, condizionamento dei locali e affidabilità delle apparecchiature. Non è un problema marginale: si pensi che l'ultimo microprocessore della Intel, il già citato Pentium, dissipava inizialmente 30 W. La dissipazione di potenza può essere contenuta operando a diversi livelli: architetturale (ad esempio aumentando il parallelismo e riducendo la velocità di funzionamento, oppure cercando di sfasare leggermente la commutazione dei "gate" logici), algoritmico (ad esempio valutando gli algoritmi di trattamento del segnale anche per i riflessi sulla sua elaborazione), tecnologico. Su quest'ultimo punto il più immediato ritorno si ha con l'utilizzo di logiche a 3,3 V, con la previsione di arrivare a 2,2 V o meno nei prossimi anni; questa scelta incide però anche su un altro problema al contorno, quello dell'integrità del segnale nelle interconnessioni.

Al crescere della frequenza e con la riduzione dell'ampiezza del segnale logico, il progettista deve curare più attentamente le modalità di interconnessione dei circuiti, cercando di ridurre al massimo la lunghezza, mantenendo costanti le impedenze dei collegamenti e studiandone la topologia. Ma anche internamente allo stesso circuito integrato le interconnessioni rappresentano un problema da curare, in particolare nel collegamento tra la piastrina di silicio e il contenitore; con centinaia di punti di ingresso/uscita, quest'ultimo, oltre che essere molto costoso, può determi-

nare una forte discontinuità nell'impedenza della linea dei segnali. Per applicazioni particolarmente critiche per dimensioni o per velocità di funzionamento, si va diffondendo la tecnica di montaggio dei "Multi-Chip Modules" (MCM), che consiste nel sistemare più circuiti integrati "nudi" (non incapsulati) su un unico supporto fisico, con funzioni di sostegno meccanico e di interconnessione. Il supporto può essere di materiale inorganico, ceramico o di silicio, e consente di ridurre drasticamente dimensioni fisiche e lunghezza dei collegamenti, a scapito di facilità di montaggio e riparazione del sottosistema⁽²⁾. Sviluppata inizialmente per l'applicazione nei calcolatori, la tecnica degli MCM sta entrando anche nel campo degli apparati per telecomunicazioni, sotto la spinta della crescente richiesta di aumento della velocità di funzionamento dei dispositivi.

Per l'interconnessione di sottosistemi di centrale, si stanno oggi proponendo sistemi basati su fibre ottiche, con indubbi vantaggi per l'immunità al rumore ed alla diafonia. Questi sistemi comportano di integrare a costi contenuti dispositivi microelettronici e fotonici, con problemi di montaggio meccanico, dissipazione di potenza e di ingombro; questo settore si sta rivelando di grande interesse tecnologico, e il primo esempio di quei "microsistemi" che, riunendo tecnologie diverse in un unico dispositivo, sono considerati il passo necessario per superare i limiti della microelettronica come oggi la intendiamo.

L'introduzione delle fibre ottiche nelle centrali costituisce un altro esempio di come l'evoluzione tecnologica si riflette sulle modalità di gestione degli impianti, richiedendo nuove competenze e una diversa sensibilità ai problemi tecnici da parte del personale.

7. Evoluzione della componentistica e conseguenze sui sistemi

Non esiste professione più ingrata del far previsioni, specie in un settore a cui è richiesta con continuità innovazione e, al tempo stesso, presenta un elevato tasso di evoluzione tecnologica: in questo caso la nascita di una nuova tecnologia può stravolgere il quadro di riferimento, trasformando la previsione in barzelletta (si pensi all'impatto delle fibre ottiche sui sistemi trasmissivi...). Tuttavia, poiché non si vedono all'orizzonte novità tali da far intravedere rivoluzioni nel settore della microelettronica, almeno nel medio termine, può essere azzardato fare qualche previsione

⁽²⁾ Il montaggio di un MCM presenta infatti diversi problemi, tra i quali la disponibilità di chip nudi sicuramente funzionanti e la possibilità di provare l'integrità del substrato prima del montaggio. Il testing consente di localizzare un eventuale chip guasto per poterlo sostituire, ma questa operazione non è più possibile dopo l'incapsulamento del MCM. Per l'utilizzatore finale, un MCM deve essere quindi considerato come un singolo componente.

per gli anni più vicini.

Dal punto di vista del processo, la microelettronica continua a perseguire l'obiettivo di una riduzione delle geometrie: i produttori di silicio hanno già i piani pronti per raggiungere gli 0,18 μm di canale.

Il limite di convenienza economica è oggi stimato in 0,10-0,12 μm , il che comporta circuiti di un ordine di grandezza più complessi degli attuali. Per far fronte a questo miglioramento occorrono però investimenti colossali, dell'ordine di molte centinaia di miliardi di lire, che solo poche Aziende potranno affrontare e che dovranno essere recuperati sui volumi prodotti.

A parte le memorie ed i microprocessori, per i quali comunque esiste un mercato di massa, per le telecomunicazioni il numero di pezzi richiesti dal mercato non potrà che essere relativamente modesto, anche perché la dimensione del circuito sarà tale da realizzare con un dispositivo un intero sistema, difficilmente utilizzabile in altre applicazioni. Il costruttore di silicio cercherà quindi di passare rapidamente da soluzioni specialistiche proprietarie (*ASIC, Application Specific Integrated Circuits*) a componenti di impiego generale (*ASSP, Application Specific Standard Part*). Questa tendenza ha subito recentemente un ulteriore impulso con la disponibilità, a livello di libreria, di interi blocchi funzionali, come memorie o microelaboratori, inseribili ("embeddable") in circuiti più complessi per realizzare sistemi specializzati, ma facilmente modificabili.

Questa disponibilità, che è soprattutto di tipo software, e strumenti di progettazione CAD sempre più potenti e raffinati, consentiranno al costruttore di componenti elettronici al silicio di sfruttare su più progetti specifici il lavoro di sviluppo di parti funzionali critiche; come conseguenza, il margine competitivo di un nuovo sistema realizzato utilizzando componenti specializzati sarà piuttosto limitato nel tempo. Il successo di un nuovo prodotto sarà perciò dato principalmente dalla capacità del costruttore del sistema di integrare nel dispositivo funzioni che gli derivano dalle proprie competenze tecnologiche, sistemistiche e di gestione dei servizi.

La tendenza che si va delineando è quindi caratterizzata dal fatto che i costruttori di apparati e di sistemi stringano alleanze strategiche con i costruttori di componenti elettronici e con i gestori dei servizi, in modo che ogni attore possa concentrarsi maggiormente sulle proprie "core competencies", confidando sul partner per coprire le competenze mancanti al proprio interno. Si dovrebbe pertanto assistere ad una specializzazione sempre più spinta, ma regolata da accordi di collaborazione bilaterali (partnering), con conseguenze difficilmente prevedibili sul mercato globale. Attraverso questi accordi sarebbe possibile anche far fronte agli elevati investimenti richiesti per tenere il passo con la tecnologia.

In questo quadro piuttosto complesso, stanno nascendo, soprattutto negli Stati Uniti, figure intermedie tra chi conosce e sviluppa il processo e chi realizza il sistema di telecomunicazioni completo: si tratta di società specializzate nella progettazione di sottosistemi, che possono appoggiarsi su più fornitori di silicio e che mettono a disposizione dei sistemisti blocchi funzionali complessi, di impiego generale. Una immediata conseguenza di questa evoluzione è che l'utilizzatore finale di questa catena tecnologica (il gestore del servizio) rischia di non riuscire più a riconoscere chi è il fornitore del silicio e quindi l'affidabilità della tecnologia su cui basa il proprio business. Dovranno quindi essere prese opportune garanzie sulla qualità del prodotto fornito per evitare sorprese poco piacevoli; d'altra parte, il gestore dovrà rassegnarsi a cicli di vita dei sistemi e degli apparati sempre più brevi, perché l'evoluzione della microelettronica e la possibilità di ottenere nuove prestazioni richieste dall'utilizzatore finale (il cliente) renderà obsoleti gli apparati di telecomunicazioni in tempi confrontabili con quelli delle apparecchiature informatiche.

In ogni caso, l'intreccio tra tecnologia e applicazione diventerà sempre più stretto a tutti i livelli. Costruttori di apparati, fornitori di servizi e gestori di sistema dovranno interagire sempre più con gli specialisti del processo, alla ricerca di una sinergia che consenta di sfruttare convenientemente il mercato dell'elettronica: un mercato da quasi 1000 Mld\$/anno, di cui le telecomunicazioni rappresentano un buon 30%.

Qui di seguito sono elencati alcuni testi utili per ulteriori approfondimenti dell'argomento.

Bibliografia

- [1] Mead, C.; Conway, L.: *Introduzione ai sistemi VLSI*. Angeli Editore, Milano 1984.
- [2] Roddy, D.: *Tecnologie della microelettronica*. Edizioni Calderini, Bologna 1984.
- [3] Hodges, D.A.; Jackson, H.G.: *Analisi e progetto di circuiti integrati digitali*. Ed. Boringhieri, Torino 1991.
- [4] Muller, R.; Kamins, T.I.: *Dispositivi elettronici nei circuiti integrati*. Bollati Boringhieri, Torino 1993.
- [5] *Status 1996 - A report on the Integrated Circuit Industry*. Integrated Circuit Engineering Corporation (ICE), Scottsdale, USA 1996.

L'energia: punto nodale

per la qualità dei sistemi TLC

L'alimentazione di apparati elettronici, siano essi professionali, siano per il mercato "consumer", è spesso da noi trascurata ed è considerata coincidente con un interruttore in posizione di on-off, magari pilotabile a distanza con un telecomando. Di un personal computer, di un televisore o di un registratore ci interessano solo le funzionalità con esso rese disponibili, ma non la sezione che fornisce energia. Dell'alimentazione in genere scopriamo solo i lati negativi: ad esempio nell'uso dei telefonini cellulari ci danno noia batterie ingombranti che devono essere anche ricaricate.

Questo modo di pensare comune lo ritroviamo anche nelle telecomunicazioni: ci accorgiamo forse dell'alimentazione solo nel caso di guasti, specie se gravi, quando, ad esempio, si interrompe il servizio su un'intera area di centrale. In questi casi scopriamo che, averne sottovalutato l'importanza o in sede impiantistica o in esercizio, ha causato "disastri" nella rete di telecomunicazione.

Il ciclo sull'energia avviato in questo numero persegue anzitutto l'obiettivo di attirare l'attenzione su questo settore delle telecomunicazioni spesso trascurato anche nella letteratura tecnica.

Nella rivista si vuole infatti far conoscere ai lettori l'evoluzione tecnologica che va di pari passo con quella di altri settori delle telecomunicazioni: la possibilità ad esempio di passare a raddrizzatori ad alta frequenza, che consentono di ottenere rendimenti più elevati con un contenimento degli spazi, rappresenta un salto tecnologico di rilievo.

Si vogliono anche presentare i risultati ottenuti con la sensibile evoluzione dei sistemi per l'alimentazione: questi risultati concorrono ad ottenere risparmi energetici, semplificazioni sul condizionamento delle centrali, ambienti più vivibili, riduzione di costi: intervenendo su uno o più di questi parametri, si genera una visione integrata, un "circolo virtuoso" nel quale un miglioramento ne produce altri che a loro volta portano ad un ulteriore miglioramento. Lo stesso contenimento dei consumi porta ad una riduzione della temperatura all'interno dei sistemi alimentati e quindi ad una crescita della vita dei componenti elettronici e ad una riduzione del tasso di guasto dei sistemi.

La presenza di raddrizzatori con conversione ad alta frequenza è altresì in grado di portare ad una modifica di rilievo nella produzione di energia: invece di installare una stazione che alimenta tutti gli apparati presenti in un edificio, comincia a risultare più conveniente l'impiego di moduli di conversione compatti, distribuiti nelle file di centrale che presentano conversioni ottimizzate sui carichi alimentati e quindi rendimenti più alti, e che eliminano le dispersioni dei collegamenti, migliorano la disponibilità dei sistemi, limitano la dispersione di calore e generano un bassissimo rumore. Come sarà chiarito negli articoli del ciclo, dai costruttori cominciano ad essere proposti autocommutatori che sono già provvisti di una propria sezione di alimentazione e di continuità. Telecom Italia ha allo studio queste soluzioni che sono già in servizio o in corso di sperimentazione presso Gestori Europei di rilievo.

L'energia: punto nodale per la qualità dei sistemi TLC

Un altro tema la cui importanza è sensibilmente cresciuta in questi anni riguarda l'aumento sensibile di apparati elettronici ubicati fuori delle centrali e non telealimentabili. I problemi da affrontare in questo caso sono naturalmente più complessi per le condizioni di funzionamento in un ambiente sensibilmente più gravoso sia per le maggiori escursioni termiche e di umidità, sia per la minore immunità ai disturbi condotti ed irradiati. Le soluzioni per risolvere questi problemi sembrano essere di grande interesse tecnico.

Altro argomento di grande importanza ed attualità è l'influenza che la produzione dell'energia ha sull'ambiente; oltre alle tematiche sopra ricordate ed al rispetto delle nuove normative europee che stabiliscono le regole da seguire, occorre infatti esaminare con attenzione problemi quali quelli legati ai rumori, alle esalazioni emesse dalle batterie ed alla dismissione degli impianti.

Tutti questi fattori richiedono, peraltro, una puntuale conoscenza ed un attento presidio dei vari aspetti dei "cicli energetici" che hanno attinenza con le Telecomunicazioni anche al fine di minimizzare i consumi: quest'ultimo risultato è infatti la conseguenza di scelte attente nella fase progettuale e realizzativa, oltre che della gestione dell'insieme per il "sistema energia" delle telecomunicazioni.

In un periodo nel quale la competizione tra Gestori riguarderà anche la qualità e la disponibilità del servizio offerto ai clienti e, d'altra parte, è in forte crescita l'attenzione prestata per rimuovere tutte le cause dell'inquinamento ambientale, l'alimentazione dei sistemi impiegati nella rete pubblica rappresenta, forse più che in passato, uno dei punti nodali della struttura della rete.

Occorrerà quindi essere continuamente aggiornati sull'evoluzione tecnologica di questo settore e sugli standard previsti; il Notiziario Tecnico si propone di fornire un quadro abbastanza ampio su queste tematiche, non trascurando di indicare nei prossimi numeri le disposizioni di legge e le normative vigenti, i motivi che le hanno determinate e le modalità per rispettarle.

Mi auguro che questo ciclo possa contribuire a migliorare le nostre conoscenze al riguardo.

r.c.

L'energia: punto nodale

per la qualità dei sistemi TLC

L'alimentazione di apparati elettronici, siano essi professionali, siano per il mercato "consumer", è spesso da noi trascurata ed è considerata coincidente con un interruttore in posizione di on-off, magari pilotabile a distanza con un telecomando. Di un personal computer, di un televisore o di un registratore ci interessano solo le funzionalità con esso rese disponibili, ma non la sezione che fornisce energia. Dell'alimentazione in genere scopriamo solo i lati negativi: ad esempio nell'uso dei telefonini cellulari ci danno noia batterie ingombranti che devono essere anche ricaricate.

Questo modo di pensare comune lo ritroviamo anche nelle telecomunicazioni: ci accorgiamo forse dell'alimentazione solo nel caso di guasti, specie se gravi, quando, ad esempio, si interrompe il servizio su un'intera area di centrale. In questi casi scopriamo che, averne sottovalutato l'importanza o in sede impiantistica o in esercizio, ha causato "disastri" nella rete di telecomunicazione.

Il ciclo sull'energia avviato in questo numero persegue anzitutto l'obiettivo di attirare l'attenzione su questo settore delle telecomunicazioni spesso trascurato anche nella letteratura tecnica.

Nella rivista si vuole infatti far conoscere ai lettori l'evoluzione tecnologica che va di pari passo con quella di altri settori delle telecomunicazioni: la possibilità ad esempio di passare a raddrizzatori ad alta frequenza, che consentono di ottenere rendimenti più elevati con un contenimento degli spazi, rappresenta un salto tecnologico di rilievo.

Si vogliono anche presentare i risultati ottenuti con la sensibile evoluzione dei sistemi per l'alimentazione: questi risultati concorrono ad ottenere risparmi energetici, semplificazioni sul condizionamento delle centrali, ambienti più vivibili, riduzione di costi: intervenendo su uno o più di questi parametri, si genera una visione integrata, un "circolo virtuoso" nel quale un miglioramento ne produce altri che a loro volta portano ad un ulteriore miglioramento. Lo stesso contenimento dei consumi porta ad una riduzione della temperatura all'interno dei sistemi alimentati e quindi ad una crescita della vita dei componenti elettronici e ad una riduzione del tasso di guasto dei sistemi.

La presenza di raddrizzatori con conversione ad alta frequenza è altresì in grado di portare ad una modifica di rilievo nella produzione di energia: invece di installare una stazione che alimenta tutti gli apparati presenti in un edificio, comincia a risultare più conveniente l'impiego di moduli di conversione compatti, distribuiti nelle file di centrale che presentano conversioni ottimizzate sui carichi alimentati e quindi rendimenti più alti, e che eliminano le dispersioni dei collegamenti, migliorano la disponibilità dei sistemi, limitano la dispersione di calore e generano un bassissimo rumore. Come sarà chiarito negli articoli del ciclo, dai costruttori cominciano ad essere proposti autocommutatori che sono già provvisti di una propria sezione di alimentazione e di continuità. Telecom Italia ha allo studio queste soluzioni che sono già in servizio o in corso di sperimentazione presso Gestori Europei di rilievo.

L'energia: punto nodale per la qualità dei sistemi TLC

Un altro tema la cui importanza è sensibilmente cresciuta in questi anni riguarda l'aumento sensibile di apparati elettronici ubicati fuori delle centrali e non telealimentabili. I problemi da affrontare in questo caso sono naturalmente più complessi per le condizioni di funzionamento in un ambiente sensibilmente più gravoso sia per le maggiori escursioni termiche e di umidità, sia per la minore immunità ai disturbi condotti ed irradiati. Le soluzioni per risolvere questi problemi sembrano essere di grande interesse tecnico.

Altro argomento di grande importanza ed attualità è l'influenza che la produzione dell'energia ha sull'ambiente; oltre alle tematiche sopra ricordate ed al rispetto delle nuove normative europee che stabiliscono le regole da seguire, occorre infatti esaminare con attenzione problemi quali quelli legati ai rumori, alle esalazioni emesse dalle batterie ed alla dismissione degli impianti.

Tutti questi fattori richiedono, peraltro, una puntuale conoscenza ed un attento presidio dei vari aspetti dei "cicli energetici" che hanno attinenza con le Telecomunicazioni anche al fine di minimizzare i consumi: quest'ultimo risultato è infatti la conseguenza di scelte attente nella fase progettuale e realizzativa, oltre che della gestione dell'insieme per il "sistema energia" delle telecomunicazioni.

In un periodo nel quale la competizione tra Gestori riguarderà anche la qualità e la disponibilità del servizio offerto ai clienti e, d'altra parte, è in forte crescita l'attenzione prestata per rimuovere tutte le cause dell'inquinamento ambientale, l'alimentazione dei sistemi impiegati nella rete pubblica rappresenta, forse più che in passato, uno dei punti nodali della struttura della rete.

Occorrerà quindi essere continuamente aggiornati sull'evoluzione tecnologica di questo settore e sugli standard previsti; il Notiziario Tecnico si propone di fornire un quadro abbastanza ampio su queste tematiche, non trascurando di indicare nei prossimi numeri le disposizioni di legge e le normative vigenti, i motivi che le hanno determinate e le modalità per rispettarle.

Mi auguro che questo ciclo possa contribuire a migliorare le nostre conoscenze al riguardo.

r.c.

L'energia e le sue problematiche

Energia: settore in evoluzione

M. GROSSONI
F. PALMISANO

L'energia ha sempre giocato un ruolo di rilievo negli impianti per telecomunicazioni, la cui complessità è cresciuta con l'avvento della numerizzazione. Telecom Italia ha affrontato il passaggio dalle centrali elettromeccaniche agli autocommutatori numerici ripartendo le scelte per l'energia all'interno della propria organizzazione fra diversi attori. Ora che il processo è in via di completamento e che si affacciano sulla scena nuovi Gestori, vengono alla luce alcune disottimizzazioni (peraltro comuni a tutti i grandi gestori mondiali di telecomunicazioni), che anche se limitate possono gradualmente essere rimosse. A questo problema in via di soluzione in Telecom Italia, si aggiunge il mutamento dello scenario tecnologico delle telecomunicazioni, che sposta il suo campo di interesse verso i sistemi trasmissivi. In questa ottica occorre porsi un duplice obiettivo: la razionalizzazione degli impianti tradizionali e un orientamento delle nuove soluzioni verso quei criteri consolidati che hanno mostrato la bontà delle scelte fatte, evitando le disottimizzazioni sempre presenti nelle fasi di cambiamento. In uno scenario di competizione globale è necessario recuperare una visione unitaria dell'energia, favorendo la normalizzazione per le nuove soluzioni e razionalizzando il parco esistente.

1. Introduzione

Quando si parla dell'energia impiegata nelle telecomunicazioni non bisogna limitarsi a pensare all'alimentazione del sistema, ma vanno individuate le caratteristiche peculiari che essa deve presentare per soddisfare le esigenze degli utilizzatori. Gli apparati per telecomunicazioni richiedono infatti un'alimentazione fornita con continuità e affidabilità.

Tale alimentazione viene normalmente ottenuta a partire dall'energia in corrente alternata della rete pubblica di distribuzione esistente, la cui fornitura è affetta da interruzioni che in alcuni casi possono prolungarsi nel tempo. Per garantire la continuità e la riserva dell'alimentazione quando questa fornitura si interrompe, sono impiegate due soluzioni:

- 1) utilizzo della energia elettrochimica accumulata da una batteria di accumulatori;
- 2) utilizzo, in aggiunta alle batterie, di un Gruppo Elettrogeno di riserva.

In tutti i casi l'alimentazione, in assenza della rete pubblica di alimentazione in corrente alternata, deve essere garantita tanto agli apparati, quanto a tutti i servizi

ausiliari essenziali per il loro corretto funzionamento, e fra questi l'impianto di climatizzazione.

Oltre alla continuità, un impianto di alimentazione deve possedere, nelle sue parti costituenti e nel suo complesso, caratteristiche di elevata affidabilità e manutenibilità, in quanto esse determinano la disponibilità complessiva dell'impianto di telecomunicazioni.

La disponibilità del sistema di energia è la probabilità che esso sia in grado ad un generico istante di alimentare il sistema di telecomunicazioni. Normalmente non si parla della disponibilità ma del suo complemento: l'indisponibilità che, per un sistema di energia per telecomunicazioni, deve essere almeno di un ordine di grandezza inferiore a quello degli apparati alimentati. L'obiettivo di indisponibilità globale, per il complesso di apparati che costituiscono un sistema di telecomunicazioni, che Telecom Italia si è posta in passato, era pari a 2,5 ore in 40 anni. Quello dei sistemi di energia, di conseguenza, era fissato in 15min in 40 anni, mentre quello relativo all'impianto di climatizzazione, per coerenza, fu fissato a 1 ora in 40 anni. L'impegno nel raggiungimento di tali traguardi di indisponibilità ha permesso a

Ingg. Maurizio Grossoni,
Francesco Palmisano (Telecom Italia)

Telecom Italia di offrire il servizio telefonico anche nelle condizioni in cui gli altri servizi generalmente non erano erogati. Anzi, proprio a causa dell'incremento delle conversazioni telefoniche che si manifesta durante un'interruzione della rete di alimentazione pubblica, la indisponibilità del servizio sarebbe stata particolarmente evidente.

L'importanza di un'alimentazione priva di interruzioni è quindi confermata dalla necessità di mantenere un elevato standard del servizio. Se infatti il distributore pubblico di energia, ad esempio l'ENEL, può effettuare valutazioni di tipo costo/beneficio che evidenziano la non convenienza di investimenti atti a garantire una disponibilità superiore ad un determinato valore, il Gestore pubblico di telecomunicazioni è vincolato anche da altri fattori. [1] Infatti, la mancata erogazione di energia elettrica interessa generalmente zone geograficamente limitate; una interruzione del servizio di telecomunicazioni può invece interessare aree molto più estese, considerando ad esempio il caso di indisponibilità di sistemi per la trasmissione a lunga distanza. Esiste inoltre un problema di valutazione del costo del servizio non erogato: la mancata fatturazione in caso di assenza di alimentazione verrebbe a ricadere unicamente sul Gestore del servizio di telecomunicazioni, senza che questi ne possa controllare entità e frequenza.

L'assuefazione a servizi di comunicazione erogati con elevata disponibilità, ha, d'altra parte, raggiunto livelli tali da comportare la necessità di garantire il servizio in pratica senza interruzioni, specie per un Gestore del servizio pubblico. Questa esigenza è maggiormente avvertita là dove il servizio assume una forte valenza sociale, come, ad esempio, nel caso dei servizi di emergenza o durante catastrofi naturali. In uno scenario sempre più competitivo allora, la disponibilità del servizio costituisce un fattore discriminante nei confronti della clientela. Il Gestore che non riuscisse a garantire uno standard di continuità vedrebbe rapidamente calare il numero dei propri clienti, in favore dei suoi Concorrenti.

La fase che stiamo attraversando vedrà l'introduzione di una moltitudine di nuovi servizi basati sulla sempre maggiore disponibilità di banda. Siamo transitando dall'era del rame a quella della fibra ottica, dal dominio della banda stretta a quello della larga banda nei sistemi trasmissivi. Questa "rivoluzione" è destinata a modificare anche le strutture della rete di telecomunicazioni, e con essa le esigenze di alimentazione. L'utilizzo diffuso della fibre ottiche rende le soluzioni tradizionali per l'alimentazione più difficili da attuare. L'introduzione di nuovi apparati attivi in rete di distribuzione d'altronde, espone maggiormente il sistema alle interruzioni di alimentazione. È necessario quindi ridurre ulteriormente l'indisponibilità complessiva dell'alimentazione, in considerazione dell'aumento dei punti di possibile disservizio all'interno della rete.

2. Alcune tappe fondamentali dell'energia in Telecom Italia

La produzione e distribuzione dell'energia prelevata dalla rete pubblica ha avuto una evoluzione spes-

so silenziosa, ma che ha profondamente inciso sui sistemi e sulle caratteristiche di erogazione. È difficile indicare tutti i miglioramenti introdotti negli anni; possiamo tuttavia indicare alcune tappe significative a partire dal 1960.

- 1960 - Impiego delle celle di caduta per la regolazione della tensione di uscita delle stazioni di energia.
- 1965 - Impiego degli accumulatori a piastre tubolari.
- 1970 - Introduzione degli invertitori a tensione telefonica per l'alimentazione di apparati di gestione.
- 1973 - Impiego di convertitori da corrente alternata a corrente continua (c.a.-c.c.) con tecnica a sfasamento con tiristori.
- 1973 - Introduzione delle stazioni di energia a doppia uscita (tensione regolata e non regolata), per l'alimentazione di autocommutatori numerici.
- 1978 - Sperimentazione sui collegamenti in barra di alluminio.
- 1982 - Impiego di climatizzatori per autocommutatori numerici.
- 1983 - Primi esemplari di convertitori c.a.-c.c. con conversione ad alta frequenza e transistori.
- 1987 - Introduzione di accumulatori di tipo ermetico AGM (Absorbed Glass Material).
- 1989 - Sperimentazione di stazioni di energia con prestazioni di telegestione.
- 1991 - Diffusione in campo di stazioni di energia con prestazioni di telegestione.
- 1992 - Introduzione di accumulatori di tipo ermetico GEL.

Molte fra queste innovazioni sono ancora in campo e mostrano la validità delle scelte individuate e adottate in questi anni dalla SIP (oggi Telecom Italia).

3. Gli impianti di alimentazione

Tutti gli apparati per telecomunicazioni richiedono naturalmente alimentazione per potere fornire il servizio. Come abbiamo precedentemente esposto, questa alimentazione deve possedere specifiche caratteristiche di continuità, per garantire la fornitura di un servizio privo di interruzioni. Tali caratteristiche sono state dettate da motivi storici, legati alla visione del servizio telefonico come servizio pubblico, ed economici, legati alla necessità di remunerare la parte più costosa della chiamata, ovvero l'instaurazione della connessione.

Le tipologie di apparati alimentati sono svariate e in continua evoluzione anche per ciò che riguarda le caratteristiche di alimentazione richieste. Esistono fondamentalmente tre tipi di carichi in un edificio sede di impianti per telecomunicazioni: gli apparati per la commutazione e per la trasmissione, gli apparati di supporto, i carichi civili.

Un impianto di alimentazione per telecomunicazioni fornisce energia, con continuità e con caratteristiche di stabilità (invarianza nel tempo delle grandezze fondamentali quali tensione e corrente), ai primi due tipi di carico. La principale differenza tra questi risiede nella presenza di organi di protezione della linea di alimentazione. Essa è legata al tipo di conduttore utilizzato per il collegamento. Nel caso di collegamento con cavo di rame, quindi per correnti non e-

levate, è necessario porre un fusibile a protezione della linea per esigenze antinfortunistiche. Nel caso di collegamento con barra di rame, la protezione non è necessaria. Questa regola determina un'ulteriore differenza fra i carichi, che si dividono in carichi non protetti, ovvero per i quali non si possono verificare interruzioni sul collegamento di alimentazione, e in carichi protetti, che potrebbero essere soggetti, in condizioni particolari, ad interruzioni della alimentazione. È regola quindi alimentare tramite linea non protetta (priva di fusibili) quegli utilizzatori il cui fermo è causa di un grave disservizio e mediante linee protette gli altri. D'altronde esiste generalmente un legame fra l'energia assorbita dall'impianto e la sua importanza che è in accordo con le soluzioni adottate.

Esiste un'altra divisione possibile fra i carichi di supporto alle telecomunicazioni, che riguarda le esigenze di alimentazione, di sicurezza e di riserva. Alcuni utilizzatori non hanno necessità stringenti di continuità, bensì di riserva di energia. Essa può essere resa disponibile in tempi rapidi ma non trascurabili come nel caso in cui si impieghi come riserva un gruppo elettrogeno. Tipico esempio di carichi di questo tipo è rappresentato dall'impianto di condizionamento. Esso deve necessariamente funzionare per garantire le opportune condizioni ambientali agli altri apparati, ma può rimanere inattivo per un certo tempo senza compromettere l'equilibrio termico dei locali. L'alimentazione di riserva quindi viene di norma utilizzata per supplire a prolungate interruzioni della alimentazione proveniente dalla rete pubblica.

I differenti tipi di carichi appena descritti richiedono prevalentemente alimentazione in corrente continua a tensione telefonica (48V). Altri tipi di tensione (12V, 24V, 60V, 120Vc.a.) sono stati usati in passato, ma sono in via di eliminazione. Le caratteristiche della fornitura di energia al punto di consegna presso l'utilizzatore sono prescritte dalle norme ETSI citate nei paragrafi successivi. Esse prevedono che la tensione di alimentazione di un determinato apparato di telecomunicazioni non scenda sotto 40,5V. L'elemento di batteria tradizionale (piombo/acido) ha una tensione a vuoto pari a 2V ed è in grado di erogare corrente con valori scarsamente influenzati dal livello di carica fino al raggiungimento di una tensione pari a 1,8V. Sotto tale limite la curva della corrente erogata si fa ripida e l'accumulatore diviene sede di processi chimici non desiderati. La tensione di 1,8V di un elemento corrisponde, in una batteria dotata di 24 elementi, ad una tensione pari a 43,2V. Per garantire che al punto di consegna la tensione, in tutte le condizioni che possono verificarsi in impianto, sia superiore a 40,5V, si è ritenuto opportuno che la caduta di tensione complessiva che si genera lungo il collegamento e all'interno degli apparati interposti fra la batteria di accumulatori e il carico alimentato fosse contenuta entro un valore pari al 3% della tensione nominale di funzionamento. Questo valore lascia un certo margine di sicurezza nei confronti di fenomeni induttivi transitori, che possono far scendere ulteriormente la tensione nel punto di consegna.

Alcuni fra gli apparati di un impianto per telecomunicazioni richiedono un'alimentazione in corrente alternata. Di questi, come già accennato precedente-

mente, solo alcuni hanno esigenze di continuità assoluta, mentre altri possono essere alimentati con sistemi di riserva. Gli elaboratori per la gestione e la sorveglianza, i centri di assistenza, sono tipici esempi di sistemi che necessitano di alimentazioni di sicurezza in corrente alternata, in quanto non è opportuno che subiscano interruzioni, anche di breve durata. Per fornire questo tipo di alimentazione, si utilizzano principalmente due sistemi: gli inverter e gli UPS (*Uninterruptible Power Systems*). I primi sono apparati alimentati in corrente continua prelevata dalle batterie di accumulatori a tensione telefonica. Essi garantiscono una autonomia pari a quella calcolata per l'intero sistema di telecomunicazioni. I secondi UPS sono apparati costituiti da convertitori alternata/continua, batterie di accumulatori e convertitori continua/alternata. Per questi apparati l'autonomia è generalmente limitata in un campo compreso tra frazioni di ora e poche ore. Entrambi i tipi di apparato prevedono sistemi di scambio con la rete elettrica principale di edificio tramite un circuito alternativo selezionabile automaticamente, per ovviare agli eventuali guasti dei convertitori.

Per soddisfare le esigenze di alimentazione di riserva si utilizzano i gruppi elettrogeni. Essi non sono in grado di garantire la continuità dell'alimentazione, in quanto presentano tempi di entrata in servizio dell'ordine dei minuti. Inoltre, tenendo conto che oltre il 90% delle interruzioni sulla rete pubblica di alimentazione hanno una durata inferiore a 15 minuti, Telecom Italia ha scelto di predisporre l'avvio del gruppo elettrogeno di riserva con ritardo, onde evitare che brevi interruzioni sulla rete pubblica di alimentazione provochino l'inutile intervento del gruppo.

A corredo dei gruppi elettrogeni sono installati dei quadri elettrici di scambio fra le linee di alimentazione esterne e quelle uscenti dal gruppo elettrogeno.

L'alimentazione di riserva è generalmente utilizzata sia per alimentare apparati per telecomunicazioni, sia per il condizionamento, sia, a volte, per carichi civili. Per evitare il sovraccarico del gruppo elettrogeno i convertitori preposti alla ricarica delle batterie di accumulatori sono equipaggiati con un dispositivo, controllato dal gruppo, in grado di comandare una limitazione della corrente assorbita dall'apparato in funzione della

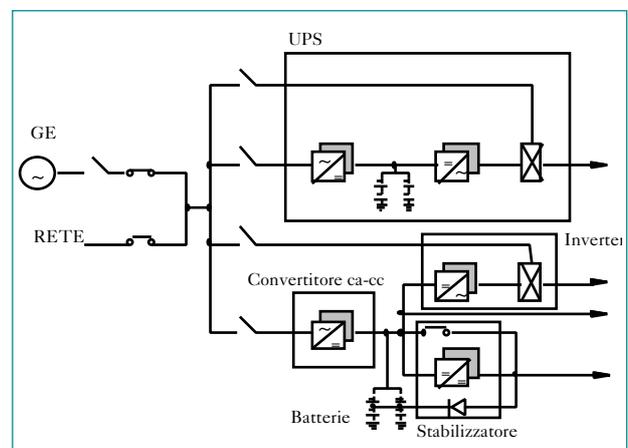


Figura 1 Schema generale di un impianto di alimentazione.

riserva di potenza disponibile. Uno schema di un impianto di alimentazione tipo è mostrato in figura 1.

Gli apparati sopra descritti sono i principali componenti di un impianto di alimentazione per telecomunicazioni; ad essi si affiancano quadri di distribuzione e collegamenti. Nei prossimi articoli, nei quali saranno presentati con maggiore dettaglio le problematiche dell'energia, molti di questi elementi saranno trattati specificatamente, evidenziando le prestazioni e gli accorgimenti per il loro migliore utilizzo.

4. Affidabilità e disponibilità

Le soluzioni adottate finora da Telecom Italia a livello impiantistico sono state volte a garantire la disponibilità complessiva del sistema in modo tale che i singoli guasti che si verificano sui componenti di un apparato di alimentazione non influiscano sul funzionamento complessivo del sistema.

L'introduzione del concetto di unità ridondante attiva (riserva calda) ha consentito di ridurre l'indisponibilità complessiva. I metodi di autodiagnosi e di distacco selettivo dal servizio in caso di guasto delle singole unità di conversione hanno incrementato la sicurezza nei confronti dei possibili guasti indotti a catena. Il dispositivo di limitazione della corrente assorbita ha permesso di garantire l'efficacia del gruppo elettrogeno in tutte le condizioni e di non sovradimensionare il contratto di fornitura della energia elettrica.

Le innovazioni sopra descritte sono state progressivamente aggiunte negli ultimi anni, allo scopo di garantire il più possibile la disponibilità degli apparati, pur ricercando l'ottimo dal punto di vista economico.

L'indisponibilità di un sistema di alimentazione può essere calcolata con la nota formula:

$$I = \frac{MTTR}{MTBF} \quad (1)$$

dove MTBF (Mean Time Between Failure) è l'intervallo di tempo medio fra due guasti successivi e MTTR (Mean Time To Repair) è l'intervallo di tempo medio necessario alla riparazione del guasto.

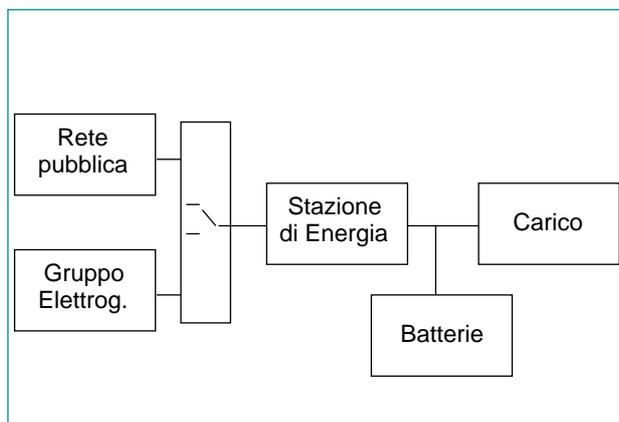


Figura 2 Schema a blocchi di un impianto di alimentazione.

Una rappresentazione del sistema è fornita dallo schema a blocchi riportato in figura 2.

Dal punto di vista affidabilistico, questo schema di impianto è equivalente al modello semplificato rappresentato in figura 3.

Per il modello mostrato in figura 3 la indisponibilità può essere calcolata mediante la formula seguente:

$$I_S = e^{-\frac{A}{MTTR_{AC}}} (I_{GE} + I_{SE}) \quad (2)$$

dove:

A è l'autonomia della batteria;

$MTTR_{AC}$ è il tempo medio di ripristino della erogazione dalla rete pubblica;

$$e^{-\frac{A}{MTTR_{AC}}} \quad (3)$$

è la probabilità che l'interruzione dell'erogazione dalla rete elettrica pubblica superi l'autonomia della batteria;

- I_{GE} è l'indisponibilità del gruppo elettrogeno;

- I_{SE} è l'indisponibilità della stazione di energia.

Per una struttura "serie", nella quale ogni elemento è necessaria per il funzionamento del sistema, l'indisponibilità è data dalla somma delle indisponibilità dei singoli elementi che costituiscono il sistema; per una struttura "parallelo", nella quale il funzionamento di un elemento è sufficiente per il funzionamento del sistema, l'indisponibilità è invece data dal prodotto delle indisponibilità dei singoli componenti.

È interessante notare come questa espressione permetta di calcolare l'autonomia della batteria necessaria a garantire una data indisponibilità. L'autonomia calcolata tuttavia è funzione lineare del valore di $MTTR_{AC}$, mentre ha una dipendenza logaritmica dalla indisponibilità dei singoli componenti.

Le considerazioni affidabilistiche appena descritte dovranno essere applicate, con attenzione ancora maggiore, nella imminente fase di evoluzione della rete verso l'impiego della fibra ottica: la distribuzione sul territorio di un elevato numero di apparati con alimentazione locale, renderà infatti la disponibilità del

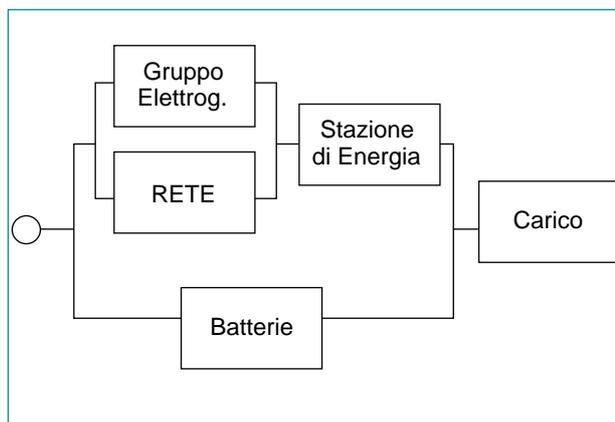


Figura 3 Schema a blocchi equivalente.

NUOVI SCENARI DELL'ENERGIA NELLE TLC

- L'energia ha sempre giocato un ruolo di rilievo negli apparati di telecomunicazioni. In uno scenario di crescente competitività occorre porsi per essa un duplice obiettivo: la razionalizzazione degli impianti e la ricerca di nuove soluzioni che si adattino alle future esigenze dei sistemi trasmissivi.
- L'assuefazione a servizi di telecomunicazioni erogati con elevata disponibilità rende la continuità dell'alimentazione un fattore critico nell'arena competitiva delle telecomunicazioni globali.
- Stiamo transitando dall'era dei portanti in rame a quella delle fibre ottiche, dal dominio della banda stretta a quello della larga banda nella rete di trasporto. Questa "rivoluzione" è destinata a modificare anche le strutture della rete di telecomunicazioni, e con esse le esigenze di alimentazione.
- Nel panorama internazionale alcuni Gestori, che già vivono realtà di concorrenza globale, hanno effettuato scelte molto decise nel campo dei sistemi di alimentazione che sembrano presentare diversi vantaggi ed alcune criticità. Telecom Italia sta evolvendo verso quelle che, pur conservando le caratteristiche di innovazione, riducano i rischi di insuccesso. In questo modo essa intende essere pronta a reggere e a vincere nel confronto competitivo legato all'apertura dei mercati.

servizio fortemente condizionato dalla qualità della rete elettrica pubblica di distribuzione [2], [3].

5. La numerizzazione

Nell'evoluzione dei sistemi di energia in Telecom Italia, un momento particolarmente significativo si è presentato nel passaggio dagli impianti di commutazione elettromeccanici a quelli numerici. L'avvento di nuove tecniche ha causato il manifestarsi di esigenze urgenti e completamente diverse dalle precedenti: anzitutto è stato necessario garantire la continuità del servizio per i Clienti durante le operazioni di trasferimento dagli autocommutatori elettromeccanici a quelli numerici, che sono state attuate in tempi non trascurabili. Per minimizzare i disagi, è stata scelta la soluzione dell'affiancamento fra le tecniche. In questo modo gli impianti di alimentazione sono stati sottoposti ad un notevole sovraccarico; si è stati costretti a realizzare stazioni di energia in grado di alimentare indipendentemente i due utilizzatori. In secondo luogo è stato necessario assicurare un'elevata stabilizzazione termica mediante una complessa climatizzazione dei locali degli autocommutatori. La tecnica numerica è, infatti, particolarmente sensibile alle condizioni ambientali di temperatura e produce rilevanti quantità di calore durante il normale funzionamento. Per garantire un'adeguata autonomia è stato perciò necessario ricorrere sempre più all'uso di gruppi elettrogeni. Parallelamente, stante la presenza dei gruppi elettrogeni, è stata ridotta l'autonomia delle batterie di accumulatori.

Inoltre i locali dove si installavano i nuovi apparati spesso erano quelli già a disposizione per le vecchie centrali urbane e non permettevano quindi di progettare

impianti di energia e collegamenti completamente ottimizzati.

Il passaggio agli autocommutatori di tecnica numerica, ha poi introdotto nuovi tipi di utilizzatori: gli elaboratori. Elaboratori di servizio o di gestione della rete e degli autocommutatori sono parte integrante del sistema di telecomunicazioni e richiedono, in alcuni casi, un'alimentazione in corrente alternata. Per garantire la continuità di questa alimentazione sono stati impiegati apparati del tipo inverter telefonici, in grado di fornire un'uscita in corrente alternata a partire da ingressi con tensione continua telefonica, e del tipo UPS, sistemi integrati per la conversione da corrente alternata a corrente continua e, nuovamente, a corrente alternata, con accumulo intermedio di energia.

6. Il risparmio energetico

Oggi Telecom Italia punta alla razionalizzazione delle risorse impiegate: uno degli obiettivi che essa si è data riguarda la riduzione dei consumi energetici a tutti i livelli; a tale fine occorre individuare i principali "attori" del consumo energetico.

Gli edifici che contengono una centrale telefonica, oltre ad essere idonei dal punto di vista strutturale a contenere gli apparati e i relativi collegamenti, devono anche fornire al sistema telecomunicazioni una sorgente affidabile di energia elettrica ed un opportuno controllo delle condizioni ambientali in cui operano; questo controllo include, tra l'altro, la temperatura dell'aria. Per quanto riguarda l'energia utilizzata in un normale edificio che ospita impianti per telecomunicazioni, circa il 50% è destinato agli apparati più propriamente impiegati per le telecomunicazioni, il 10% all'illuminazione e

altri usi civili e il restante 40% è utilizzato per il condizionamento dei locali. Il bilancio energetico è rappresentato dal diagramma riportato in figura 4.

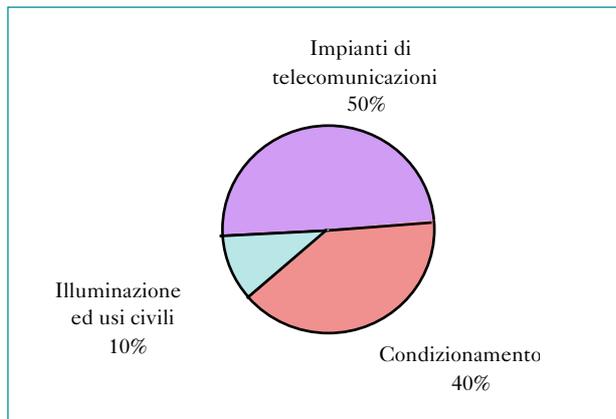


Figura 4 Consumo energetico medio di una centrale telefonica.

Dell'energia in uscita dall'edificio, solo l'1% è effettivamente fornito al cliente finale. La parte restante si trasforma in calore diffuso all'esterno dai sistemi di condizionamento (circa il 50%) e di ventilazione (circa il 30%), dalle perdite di isolamento (circa il 15%) e dai fumi di combustione (circa il 4%).

Un dato di rilievo emerso negli ultimi anni riguarda il legame fra l'incremento dei numeri di centrale in tecnica numerica, l'incremento della clientela (collegamenti principali) e l'aumento dei consumi energetici; per una crescita dei collegamenti pari al 5% all'anno e per sostituzione pari al 5% all'anno dei numeri in tecnica analogica con numeri in tecnica numerica, si ha un aumento dei consumi pari al 10% all'anno, percentuale che permette di rilevare un maggior consumo di energia da parte degli autocommutatori numerici. Questa stima è avvalorata dalla constatazione che, raggiunto un momento di stasi nella crescita dell'utenza complessiva, interventi successivi di sostituzione dei sistemi elettromeccanici con gli autocommutatori numerici, non hanno variato di molto la crescita dei consumi energetici.

D'altro canto, l'evoluzione che si è avuta nei singoli componenti i sistemi di telecomunicazioni, è rappresentata dal miglioramento dei rendimenti "medi" dei macro blocchi di conversione indicati nella tab. 1. Il valore relativo al 1998 è l'obiettivo che si ritiene di poter raggiungere nel medio periodo.

Le disottimizzazioni introdotte nel passaggio dai sistemi elettromec-

canici agli autocommutatori numerici sono solo una delle cause degli incrementi nei consumi energetici. Una parte importante di questa crescita deve essere attribuita all'introduzione del condizionamento nelle centrali numeriche [4].

L'adozione delle tecniche numeriche ha portato quindi due conseguenze: la necessità di sovradimensionare le stazioni di energia per consentire il passaggio fra le due tecniche; l'adozione diffusa dei gruppi elettrogeni per garantire quella riserva di energia richiesta dall'introduzione del condizionamento e dal ridimensionamento della autonomia delle batterie di accumulatori. Se in particolare si guarda ai consumi complessivi di Telecom Italia per ciò che riguarda le telecomunicazioni, si scopre che una parte rilevante della energia utilizzata è relativa agli impianti di condizionamento, come mostrato dal diagramma riportato in figura 5.

Gli interventi necessari per ridurre la spesa energetica non riguardano quindi unicamente la razionalizzazione degli impianti esistenti, ma anche l'adozione di criteri impiantistici che riducano le necessità di condizionamento ambientale. In assenza di una strategia che comprenda tutti gli aspetti connes-

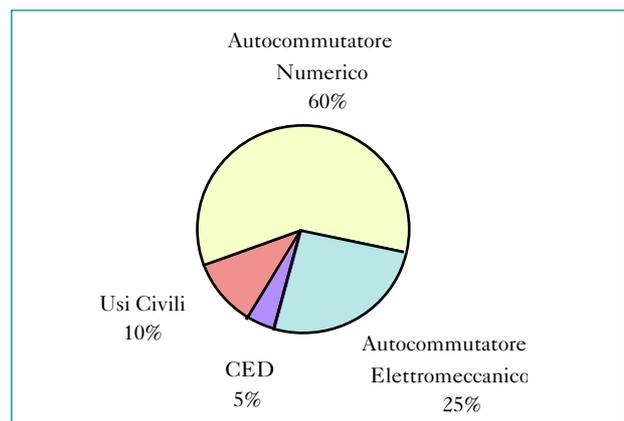


Figura 5 Consumo energetico in Telecom Italia (1994).

Anno di rifer.	Rendimento			Tot.
	Cabina Media Tensione/bassa tensione e collegamenti	S.E. c.c.	Alimentatori dedicati dell'autoccomm.	
1983	0,97	0,87	0,78	0,66
1995	0,97	0,91	0,83	0,73
1998	0,97	0,92	0,90	0,80

Tabella 1 Evoluzione dei valori di rendimento.

si alle telecomunicazioni, le disottimizzazioni individuate non potrebbero che aumentare negli anni, rendendo difficile la razionalizzazione delle risorse.

7. L'evoluzione degli impianti

Un altro fattore da tenere presente per il futuro dell'energia in Telecom Italia riguarda l'evoluzione degli impianti utilizzatori dell'alimentazione. I nuovi scenari delle telecomunicazioni vedono delinearvi servizi di tipo multimediale integrato. Per rispondere alle esigenze di tali servizi, Telecom Italia ha studiato nuove strutture per la rete di distribuzione, orientandosi verso portanti in fibra ottica ed in cavo coassiale. Dal punto di vista della alimentazione, questo richiede alcune valutazioni.

Le normative internazionali sono attestata, per le telecomunicazioni, sulla tensione continua a 48V. Per tutti gli apparati che devono essere inseriti in rete dunque, è necessario rispettare questo valore con le corrispondenti strutture tipiche dei sistemi di grossa potenza: convertitori e accumulatori. D'altronde la tensione telefonica è necessaria per alimentare gli apparecchi dei clienti, che, come si è già ricordato, devono funzionare anche in condizioni di interruzione della rete pubblica di alimentazione presso le abitazioni o presso i locali del Gestore. Proprio la garanzia della continuità del servizio pone un primo problema per la alimentazione degli apparati distribuiti. I rigeneratori

di segnale ottico e i distributori di segnale su cavo coassiale devono essere conformi a queste richieste. L'autonomia dei vari dispositivi distribuiti in rete deve poi essere coordinata con quella della centrale cui essi sono attestati, senza escludere eventualmente una diversificazione delle prestazioni di continuità e autonomia a secondo del tipo di servizio: telefonia, servizi commutati, servizi video. Un secondo problema riguarda la gestione, la supervisione e la manutenzione di questi impianti, che si presenta cruciale, dato l'elevato numero di dispositivi distribuiti sul territorio.

Per quanto riguarda i sistemi installati in centrale, l'evoluzione della alimentazione si svolge tutta intorno al concetto di modularità. Le tecniche a conversione diretta da rete mettono a disposizione moduli di conversione molto compatti, ad elevata densità di potenza, che permettono di realizzare impianti di dimensioni contenute, bassa emissione di calore e bassissimo livello di rumore. Queste particolarità, unitamente alla possibilità di utilizzare batterie di accumulatori ermetici a bassissima emissione di gas, permettono di passare dagli impianti concentrati a quelli distribuiti all'interno dell'edificio. In questo modo si avvicina l'alimentazione agli utilizzatori, si riducono le dispersioni sui collegamenti e si aumenta l'affidabilità complessiva degli impianti.

Esempi di questa soluzione cominciano ad essere diffusi a livello Europeo presso alcuni Gestori di rilievo con i quali siamo soliti confrontarci, quali, ad esempio, France Telecom e British Telecom. I costrut-

EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI ALIMENTAZIONE E RISPARMI ENERGETICI

- **Nel campo delle telecomunicazioni esistono due differenti tipi di carichi alimentati: quelli che richiedono una alimentazione con caratteristiche di continuità e quelli che richiedono una riserva di energia. Essi devono essere trattati in modo diversificato, senza tuttavia perdere di vista l'ottica globale di impianto in cui essi coesistono.**
- **La tecnica numerica è particolarmente sensibile alle condizioni ambientali di temperatura e produce rilevanti quantità di calore durante il funzionamento normale. Per garantire un'adeguata autonomia anche ai sistemi di condizionamento è perciò necessario ricorrere all'uso di gruppi elettrogeni. Parallelamente, per la presenza dei gruppi elettrogeni, è possibile ridurre la capacità delle batterie di accumulatori.**
- **Gli interventi necessari per ridurre la spesa energetica non riguardano unicamente la razionalizzazione degli impianti esistenti, ma anche l'adozione di criteri impiantistici che riducano le necessità di condizionamento ambientale. In assenza di una strategia che comprenda tutti gli aspetti connessi alle telecomunicazioni, le disottimizzazioni individuate non potrebbero che aumentare negli anni, rendendo difficile la razionalizzazione delle risorse.**
- **I nuovi scenari delle telecomunicazioni vedono delinearvi servizi di tipo multimediale integrato. Per rispondere alle esigenze di tali servizi, Telecom Italia ha studiato nuove strutture per la rete di distribuzione, orientandosi verso portanti in fibra ottica ed in cavo coassiale. L'impatto sui sistemi di alimentazione e la soluzione rapida delle problematiche connesse rappresenta una delle maggiori sfide dei prossimi anni.**

tori di sistemi di commutazione cominciano oggi a proporre soluzioni, in cui l'autocommutatore è già provvisto di una propria sezione di alimentazione e di continuità. Questi criteri tuttavia, sono idonei quasi esclusivamente per i piccoli impianti, dove sono in gioco potenze non rilevanti.

Un Gestore tradizionale quale quello del servizio pubblico, già presente sul mercato da molti anni e che effettua investimenti di notevole entità, non può trascurare la presenza nei propri impianti di sistemi di alimentazione di dimensioni ragguardevoli. Per questi motivi potrebbe non essere economicamente conveniente ritornare sulle scelte fatte negli anni passati per rinnovare completamente gli impianti. Occorre tuttavia tenere presente che con la recente tendenza in Europa alla liberalizzazione del mercato telefonico, i nuovi Gestori disporranno, per l'energia, di soluzioni altamente competitive sul piano economico: impianti razionalizzati, strutture di esercizio e manutenzione ridotte al minimo. Probabilmente essi adotteranno strutture impiantistiche di nuova concezione, decentrate, modulari e con elevata flessibilità di configurazione.

Occorre quindi muoversi in un'ottica proiettata verso il futuro, tenendo conto che, per quanto riguarda i grossi impianti, potrà essere opportuno rivederne la struttura per razionalizzarne l'utilizzo, in quanto potranno aversi ricadute in termini di risparmio energetico. Inoltre è oggi possibile telegestire gli impianti, in modo da ottenere un controllo delle prestazioni molto spinto, una migliore distribuzione dei carichi, una più efficace progettazione degli ampliamenti. Devono quindi essere approfonditi gli studi, peraltro già avviati, circa la convenienza di soluzioni alternative per i vecchi e nuovi servizi, che prevedano apparati di alimentazione distribuiti agli stessi piani degli utilizzatori se non addirittura nell'ambito dello stesso telaio (distribuzione di piano o di fila).

8. Normalizzazione

Elemento fondamentale per la razionalizzazione delle strutture di telecomunicazioni è la definizione e l'applicazione degli standard. La necessità di mutare le proprie scelte tecnologiche in accordo con le esigenze di mercato rendono essenziali le unificazioni delle interfacce di contatto fra i diversi apparati, per garantire l'interoperabilità fra i componenti del sistema. Nel campo strettamente energetico, l'avvio del processo di normalizzazione in ambito europeo (ETSI) ha comportato l'approntamento di numerose regole tecniche. In previsione di una competizione che si preannuncia globale, uniformare le caratteristiche degli apparati di alimentazione e di telecomunicazioni permette di renderli compatibili dal punto di vista elettrico, meccanico, elettromagnetico e dell'impatto ambientale.

Le principali normative già emesse o in corso di emissione sono (vedi anche figura 6):

CEI 8-6 (1990): unifica il valore nominale della tensione per i sistemi di distribuzione a bassa tensione.

EN 60555-2/4: definisce i limiti delle armoniche di corrente reiettate dagli apparati sulla rete pubblica

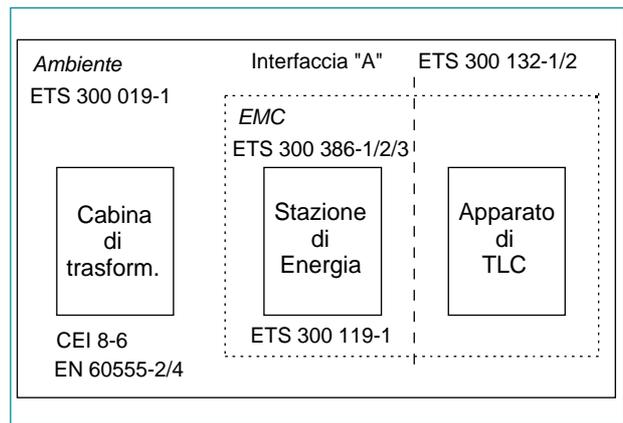


Figura 6 Principali norme europee sull'energia oggi in vigore.

di distribuzione.

ETS 300 119-1: prescrive le caratteristiche meccaniche degli armadi contenenti gli apparati. Consente di valorizzare gli spazi e di ottimizzare le occupazioni.

ETS 300 386-1/2/3: definisce le caratteristiche di compatibilità elettromagnetica richieste a tutti i sistemi per telecomunicazioni, inclusi i sistemi di energia. Consente di ottimizzare la progettazione degli impianti e di integrare i vari sistemi senza rischio di incompatibilità.

ETS 300 019-1: prescrive le caratteristiche ambientali di riferimento per il funzionamento degli apparati. Impone la piena funzionalità degli apparati in un determinato campo di variazioni delle condizioni climatiche.

ETS 300 132-1: definisce le caratteristiche dell'interfaccia "A" per gli impianti in corrente alternata posti nelle centrali di telecomunicazioni.

ETS 300 132-2: definisce le caratteristiche dell'interfaccia "A" per gli impianti in corrente continua posti nelle centrali di telecomunicazioni. In particolare unifica il valore della tensione telefonica a 48V, determinando l'eliminazione della tensione 60V.

Di particolare importanza sono la ETS 300 132-1 e la ETS 300 132-2, che stabiliscono in modo preciso i valori limite al "confine" fra il mondo della alimentazione e quello degli utilizzatori, fornendo dei precisi riferimenti per quanto concerne i valori di tensione ammessi al punto di erogazione, il loro campo di variazione e le loro caratteristiche dinamiche.

La tensione telefonica distribuita in centrale, come si è detto, è stata definitivamente unificata a 48V, risolvendo l'anomalia degli impianti a 60V e di quelli più vecchi a 24V che perdurava da tempo, creando conflitti con altre normative più generali.

La definizione del campo dei valori ammessi alla interfaccia "A" di consegna dell'energia, che per le tecniche numeriche risulta essere piuttosto ampio, assicura maggiore libertà in fase di progetto dei collegamenti, dovendo garantire un valore minimo sufficientemente distante dai limiti di funzionamento dell'impianto.

Sulla base di queste norme, l'ambito nel quale si progettano e si realizzano i sistemi di alimentazione risulta completamente definito e svincolato dalle carat-

teristiche dei singoli sistemi. Il servizio di alimentazione può così essere erogato con dei requisiti di base certi, e l'attenzione dei tecnici può concentrarsi sulle sue caratteristiche di alto livello, come la continuità e l'affidabilità nei confronti del carico alimentato.

9. Confronti internazionali

In ambito internazionale i Gestori dei principali paesi industrializzati hanno individuato l'esigenza di modificare l'approccio all'energia, anche in relazione all'introduzione della trasmissione numerica. I più rapidi ad attuare il cambiamento sono stati gli inglesi, che hanno modificato la distribuzione degli impianti adottando soluzioni distribuite di fila, con un uso massiccio degli alimentatori a conversione diretta da rete, batterie ermetiche e gruppi elettrogeni in tutti gli impianti [5]. Questa nuova impostazione impiantistica ha impresso una spinta verso la normalizzazione nella progettazione e programmazione degli impianti. British Telecom oggi ordina ai suoi fornitori moduli fun-

trolo in grado di dialogare con il mondo esterno e dotati di una logica di conduzione dell'impianto intrinsecamente sicura. Questa scelta non può essere facilmente applicata agli impianti già in campo, in quanto realizzati con criteri diversi, ma sicuramente è in sintonia con la attuale tendenza alla distribuzione sempre più granulare degli apparati nella rete.

Contestualmente occorre osservare che i Gestori che hanno modificato in modo più radicale le loro scelte riguardo alla produzione e alla distribuzione di energia, hanno al loro interno sviluppate capacità di progetto e attivi settori di ricerca. Alcuni sono in grado persino di progettare autonomamente gli apparati (NTT, AT&T), altri di indirizzare i costruttori in modo vincolante (BT, FT). Questa capacità offre loro la possibilità di condurre sulla energia un discorso unitario, con una strategia di lungo termine volta a fronteggiare la concorrenza nazionale ed internazionale.

Se si confrontano le scelte dei maggiori Gestori a livello europeo, si scopre che sia l'Inghilterra, sia la Francia si sono orientate verso le più recenti tendenze, come mostrato nella tab. 2.

	Architettura di sistema	Tipo di batterie impiegate	Impiego dei GE
BT	decentrata di fila	100% ermetiche	100% degli impianti
FT	decentrata di fila/piano	>70% ermetiche	100% degli impianti
DT	centralizzata	70% tubolari 30% ermetiche	secondo il tipo di impianto
TI	centralizzata	60% tubolari 40% ermetiche	secondo il tipo di impianto

Tabella 2 Confronti tra i principali Gestori europei sulle scelte relative a produzione e distribuzione di energia.

zionali completi, che comprendono la parte strettamente di telecomunicazioni, la parte di conversione e quella di continuità (batterie e gruppo elettrogeno). Si tratta di criteri rischiosi, volti all'abbattimento dei costi di progettazione e di fornitura, che come contropartita espongono chi li segue ai rischi tipici della scarsa differenziazione, ovvero sensibilità ai difetti strutturali e dipendenza dai fornitori.

Anche France Telecom ha introdotto una standardizzazione dei propri sistemi di energia a partire dal 1988 (vedi progetti GEODE e Alfatel) [6]. La politica del gestore francese tuttavia è stata meno innovativa di quella inglese, e ha lasciato spazio a sistemi tradizionali.

Entrambi questi Gestori hanno investito su sistemi di telegestione degli impianti di energia. La esigenza primaria scaturisce dall'organizzazione: la riduzione dei costi di gestione comporta la rinuncia a molti presidi presso gli impianti e a numerose attività periodiche di controllo. Determinate attività possono essere svolte a distanza dai centri di supervisione, a patto di disporre di apparati dotati di sistemi elettronici di con-

Telecom Italia ha inteso agire in maniera molto cauta data la tipicità degli impianti in questione e i rischi di causare disservizio introducendo soluzioni non completamente provate. D'altronde l'obiettivo ultimo da perseguire potrebbe non essere necessariamente la soluzione attuata da British Telecom, che si trova fortemente vincolata ad essa. Inoltre Telecom Italia ha dovuto superare la confluenza di aziende diverse, con culture diverse sia dal punto di vista tecnico che da quello gestionale, che ha richiesto un primo grosso sforzo di omogeneizzazione degli impianti.

10. Conclusioni

Due sono gli obiettivi da perseguire per le scelte nel campo dell'energia per i prossimi anni: le normative internazionali e le esigenze di risparmio energetico.

Quanto finora messo in atto da Telecom Italia in queste direzioni ha portato dei risultati di tutto rilievo, come confermato dai valori sopra citati dei rendi-

menti degli apparati e degli impianti. Si tratta dunque di proseguire senza rallentamenti nelle attività volte a razionalizzare il parco esistente. Occorre inoltre sposare i criteri tecnici di base con le nuove esigenze dei servizi multimediali interattivi, in modo da mantenere basso, se non da continuare a diminuire, il livello di indisponibilità del sistema di alimentazione. Per gli impianti esistenti dovrà essere ulteriormente migliorato il rendimento complessivo del sistema (alimentazione, condizionamento) e dovrà essere introdotta la telegestione come mezzo di ottimizzazione dei processi di esercizio e manutenzione.

Per quanto riguarda l'evoluzione della struttura di rete in vista dei nuovi servizi multimediali interattivi, sarà necessario progettare sistemi di alimentazione maggiormente distribuiti che mantengano elevate le prestazioni di disponibilità. È interessante per questo nuovo scenario valutare l'opportunità di disporre di alimentazioni separate per i singoli servizi, in modo da ottimizzare le reali esigenze di continuità.

L'obiettivo a lungo termine quindi è quello di creare una alimentazione che non sia uno zoccolo su cui poggiare il sistema di telecomunicazioni, ma che costituisca una parte integrante di esso, in grado perciò di fornire un "servizio" ricco di alternative e di prestazioni differenti.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento a Francesco Mattarella, Italtel, per l'importante contributo di conoscenza e di esperienza dato alla realizzazione della presente memoria.

Bibliografia

- [1] Mirra, M.: *La continuità della alimentazione nell'ottica del produttore e del distributore*. «AEI, Automazione Energia Informazione», Vol. 82, n. 12, 1995, pp. 53-59.
- [2] van Dongen, J.A.J.: *Reliability aspects of Telecom powering with respect to the fibre-in-the-loop developments*. Intelec '95, The Hague, The Netherlands, Ottobre 1995, 3-1, pp. 46-52.
- [3] Hawkins, B.; Muirhead, I.; Robbins, T.: *Battery reserve sizing for fibre-in-the-loop equipment based on AC outage data*. Intelec '94.
- [4] Schmidt, P.: *Future possibilities to save energy by cooling equipment in switching rooms of central offices*. Telescon '94.
- [5] Owen, P.: *Power for System X*. British Telecommunications Engineering. Gennaio 1995.
- [6] Leblanc, J.P.; Aubree, M.; Griens, A.; Jugan, D.; Marquet, D.: *Generalization in France Telecom network of decentralized power supplies for TLC systems*. Telescon '94.

Enti Normalizzatori

La standardizzazione nelle telecomunicazioni

G. FIORETTO

L'uso delle tecniche numeriche consente l'abbattimento delle differenze esistenti tra il trattamento dei diversi servizi e delle diverse applicazioni: voce, immagini e testi possono essere trattati indifferentemente come "dati", facilitando una loro aggregazione dinamica in funzione delle necessità e dei desideri dell'utenza finale.

Le barriere tra il settore delle telecomunicazioni, quello dell'informatica e quello dell'industria dello spettacolo sono sempre meno marcate. Infatti questi settori tendono ad integrarsi in un unico ambiente, solitamente identificato con il termine ICT (Information and Communication Technologies).

Gli standard dovranno essere sempre più finalizzati alla definizione di interfacce comuni tra sottosistemi e tra questi ed il mondo esterno; dovranno rispondere alle esigenze espresse dal mercato venendo incontro alle effettive necessità dell'utenza, tenendo conto del fattore globalità e di quello temporale.

A seguito di queste esigenze, i processi di definizione, stesura e pubblicazione degli standard sono oggetto in questo periodo di profonde revisioni.

La costituzione di fora internazionali è sicuramente l'evento di maggiore impatto; l'importanza di realtà quali IETF (Internet Engineering Task Force), il DAVIC (Digital Audio-Visual Council) e l'ATM Forum testimoniano il crescente peso dei gruppi di interesse finalizzati alla emissione di specifiche "de facto". Nel contempo anche i maggiori Enti Ufficiali - l'ETSI e l'ITU in primo luogo - stanno rivedendo la propria organizzazione e le proprie procedure di lavoro nell'intento di far fronte al meglio alle nuove esigenze emergenti.

1. Introduzione

I processi di definizione, stesura e pubblicazione degli standard concernenti le telecomunicazioni sono oggetto in questo periodo di profonde revisioni. I maggiori enti internazionali e regionali stanno mettendo in discussione il loro modo di operare, mentre i gruppi di interesse finalizzati alla emissione di specifiche de facto diventano sempre più numerosi ed il loro peso è in aumento.

All'origine di questa situazione vi è, da un lato, una continua evoluzione delle tecnologie e, dall'altro lato, una profonda mutazione dell'insieme delle regole riguardanti questo mondo.

Tali evoluzioni, a loro volta, comportano una continua variazione dell'assetto dei soggetti economici attivi nell'ambito delle telecomunicazioni, in quello della «*Information techno-*

logy» e in quello dei «*media*»; ambiti che sempre più tendono ad integrarsi, tanto che i confini tra l'uno e l'altro risultano essere sempre più labili.

Nel seguito di questo articolo sono esaminate le principali azioni in corso per adattare i processi di standardizzazione alle esigenze emergenti dalla nuova situazione che si è determinata.

In particolare, sono considerate le attività svolte nei principali gruppi di interesse attivi al momento. In accordo con tale scelta, sono esaminate in primo luogo le attività di specifica legate ad Internet, quindi quelle relative ai servizi audiovisivi (svolte nel *Digital Audio-Visual Council*, *DAVIC*) e quelle relative alle reti ed ai servizi a larga banda in tecnica ATM (svolte nell'*ATM Forum*). Per quanto concerne invece gli Enti Ufficiali, l'attenzione è posta essenzialmente sulle riorganizzazioni in corso, imposte dai nuovi compiti che essi sono chiamati ad assolvere.

Dott. Giorgio Fioretto (CSELT)

2. Quadro Normativo

Nel contesto europeo, una prima panoramica dei prevedibili sviluppi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, e dei relativi impatti nel mondo del lavoro e nella vita quotidiana di ogni cittadino europeo, è contenuta nel Libro Bianco della Comunità approvato dal Consiglio Europeo nel dicembre 1993 [1].

Il rapporto messo a punto da un "High Level Group" coordinato dal Commissario Bengemann ed approvato nel Consiglio Europeo di Corfù del giugno 1994 [2] approfondisce l'argomento, raccomandando ai Paesi Membri la messa in atto di specifiche misure nella sfera delle infrastrutture informatiche. Il messaggio essenziale contenuto in questo rapporto pone in evidenza che nuovi mercati saranno possibili solo in un contesto di libera concorrenza, per quanto riguarda sia le infrastrutture sia i servizi. Alle pubbliche Amministrazioni si richiede di prendere misure nel campo della produzione ed in quello sociale - in settori quali la salute, l'educazione, la cultura - nella direzione di facilitare investimenti privati, indispensabili per consentire agli Operatori ed alle Industrie nazionali di rimanere competitive a livello mondiale. Infine, alla Comunità ed agli Stati Membri congiuntamente si richiede di garantire un adeguato quadro legislativo, nonché di promuovere iniziative politiche di sostegno.

Sempre nell'ambito delle direttive prescritte nel contesto europeo, può essere segnalato il Libro Verde [3], che si occupa della liberalizzazione delle infrastrutture alla luce delle scadenze fissate per la liberalizzazione dei servizi di telecomunicazione dalla Risoluzione del Consiglio 93/C2 13/01 del 22 luglio 1993 (in esso, tra l'altro, è indicata la data del 1° gennaio 1998 per la liberalizzazione dei servizi telefonici in voce), oltre che dei servizi e delle infrastrutture mobili (Libro Verde dell'aprile 1994). Il Libro Verde, in

particolare, propone di identificare precise scadenze temporali per la liberalizzazione delle infrastrutture, da accordare a quelle previste per i servizi. In questa direzione, raccomanda la messa in atto di immediate azioni volte alla rimozione di ogni restrizione concernente l'uso di infrastrutture nel rispetto delle scadenze stabilite e sopra ricordate per la ricezione di servizi via satellite; per il supporto di tutti i servizi già liberalizzati (incluso a tale scopo l'impiego di infrastrutture televisive via cavo); per il supporto di collegamenti mobili necessari alla fornitura ed alla ricezione dei relativi servizi; per il supporto dei servizi telefonici in voce.

Per meglio comprendere la portata dei profondi mutamenti prevedibili a seguito di questi cambiamenti del quadro regolamentario europeo può essere utile spostare l'attenzione al contesto americano: gli eventi relativi a quel contesto che meritano una particolare menzione sono due. Il primo risale al 1984 ed ha comportato la divisione fondamentale tra Operatori per la rete a lunga distanza tra centrali (ad es. AT&T, MCI, SPRINT) ed Operatori per la rete locale e per i collegamenti a breve e media distanza (ad es. Bell Atlantic, NYNEX, Pactel), divisione detta tra interexchange e exchange carrier, che ha caratterizzato il mondo delle telecomunicazioni USA da quella data fino a questi giorni. Il secondo evento è proprio di questi giorni e con ogni probabilità comporterà una modifica sostanziale della situazione esistente. È stata infatti approvata una legge che in pratica liberalizza completamente non solo il mondo delle telecomunicazioni, ma anche quello dei media e dell'information technology. Questo cambiamento pertanto non si limiterà al solo settore delle telecomunicazioni, ma riguarderà anche gli altri due. Esso poi influenzerà non poco anche le reciproche interferenze, già in atto sia per motivi riconducibili al comune uso di tecnologie sia per motivi di mercato.

UN NUOVO MODO DI APPRONTARE GLI STANDARD: I FORA

- La costituzione di fora internazionali, finalizzati alla produzione di standard de facto, è sicuramente l'evento con maggiore impatto nel mondo della normalizzazione.
- L'IETF (Internet Engineering Task Force), il DAVIC (Digital Audio-Visual Council) e l'ATM Forum sono esempi del crescente peso di questi fora.
- L'approccio di lavoro seguito nei FORA è orientato alla soluzione di un problema nel suo insieme e non solamente all'approvazione di aspetti parziali.
- Viene fatto uso di tutti gli standard già disponibili, a prescindere dalla fonte di produzione, limitando la produzione in proprio alle sole parti non coperte.
- L'ampia gamma di operatori e manifatturieri partecipante ai loro lavori è una garanzia ai fini della copertura internazionale delle soluzioni adottate.
- Le procedure di approvazione risultano molto snellite rispetto a quelle adottate dagli Enti ufficiali, sia nella fase di identificazione dei piani di lavoro e dei requisiti da rispettare sia in quella di approvazione degli standard prodotti.

3. Tendenze Tecnologiche

Le tendenze tecnologiche che spingono verso la creazione di una "società informatica" sono molteplici ed evidenti.

La disponibilità di computer sempre più sofisticati a costi decrescenti ha facilitato una loro diffusione capillare. L'uso delle tecniche numeriche consente l'abbattimento delle barriere esistenti tra il trattamento dei diversi servizi e delle diverse applicazioni: voce, immagini e testi possono essere trattati indifferentemente come "dati", facilitando una loro aggregazione dinamica in funzione delle necessità e dei desideri dell'utenza finale.

Le possibilità di trasferire ed elaborare rapidamente una grande mole di informazioni sono enormemente aumentate: si pensi, a questo proposito, solamente ad alcuni dei fatti salienti accaduti, quali: la diffusione di sistemi trasmissivi in fibra ottica; lo sviluppo di standard di rappresentazione delle informazioni audio e video in forma numerica che consentono una riduzione delle elevate velocità di trasmissione senza penalizzazioni; lo sviluppo di tecniche di elaborazione del segnale che permettono la trasmissione ad alta velocità delle informazioni tramite i mezzi di trasporto esistenti (cavi in rame a coppie non schermati, cavi coassiali, canali per diffusione via satellite); lo sviluppo e la diffusione dell'ATM.

4. Ruolo degli Standard

Il settore delle telecomunicazioni è caratterizzato dalla caduta delle barriere di separazione con quello dell'informatica e quello dell'industria dello spettacolo. Infatti questi settori tendono ad integrarsi in un unico ambiente, solitamente identificato con il termine *ICT* (*Information and Communication Technologies*).

I Gestori ed i Costruttori che finora hanno operato nel campo delle telecomunicazioni dovranno, perciò, attrezzarsi per spostarsi sempre di più nel mondo ICT. Dovranno quindi essere in grado di fornire ad un tempo apparati e servizi di comunicazione multimediale -comprendenti voce, dati, testi, immagini- in aggiunta a quelli tradizionali di telecomunicazione.

Insieme a questo fenomeno di integrazione, si deve però mettere l'accento anche sulla complessa articolazione caratterizzante questo ambiente che si sta determinando. Molteplici sono, infatti, i sistemi trasmissivi in gioco, basati su portanti in rame, fibra, coassiale, radio e satelliti. Una considerazione analoga si può fare per i sistemi di rete; limitandosi ai maggiori si possono citare: PSTN, ISDN, Reti Dati, B-ISDN, Reti Mobili, LAN, MAN, senza contare i sistemi costituiti da reti di reti, a partire da Internet. Per quanto riguarda infine i servizi e le applicazioni, non sembra possibile, nel contesto di questo articolo, neppure tentare di elencarli.

Inoltre, si deve tenere conto della tendenza all'abolizione delle barriere doganali ed alla globalizzazione del mercato.

Le caratteristiche di integrazione e globalità, risultanti insieme alle esigenze di interconnessione di reti e di interoperabilità di servizi ed applicazioni, mettono

in luce il ruolo che dovranno giocare gli standard.

Questi dovranno essere finalizzati a questi scopi, ovvero alla definizione di interfacce comuni tra sottosistemi e tra questi ed il mondo esterno; dovranno rispondere alle esigenze espresse dal mercato, venendo incontro alle effettive necessità dell'utenza e tenendo conto del fattore globalità, e quindi delle dimensioni internazionali in gioco.

Un altro fattore essenziale riguarda la tempestività con la quale le normative saranno disponibili: è fondamentale infatti che la messa a punto degli standard avvenga parallelamente allo sviluppo dei prodotti. Tale approccio, infatti, contribuirà alla riduzione dell'intervallo di tempo tra il momento in cui una esigenza di mercato si dimostra matura e quello in cui i prodotti atti al suo soddisfacimento sono disponibili.

Gli standard dovranno inoltre essere un fattore di facilitazione e di stimolo per una aperta e globale concorrenza. Per quanto concerne, infine, il loro rapporto con le attività di ricerca, l'obiettivo è quello di tener conto delle innovazioni in campo tempestivamente, man mano che si manifestano, evitando così di frapporre vincoli alla loro applicazione.

5. Evoluzioni in atto

In una situazione di mercato globale, le grandi Società manifatturiere vedono l'adattamento alle necessità nazionali, e in qualche caso anche a quelle regionali, come un ostacolo all'efficienza, in quanto implica una frammentazione della propria produzione. Questo orientamento ha una influenza determinante sulla stessa vita di molti Enti nazionali o regionali. Specialmente a livello nazionale, accade infatti sempre più spesso che si adottino integralmente soluzioni internazionali aggiungendo semplicemente una "copertina" diversa.

La necessità di ottimizzare i prodotti ed i processi comporta il riutilizzo degli stessi elementi in contesti diversi: questa esigenza è in contrasto con una standardizzazione "mono-prodotto". Come si è visto, l'articolazione non solo degli apparati, ma dei sistemi trasmissivi, delle architetture di rete, dei servizi e delle applicazioni è notevole e ciò comporta l'accrescimento della complessità dei problemi di interconnessione e di interoperabilità.

La soluzione di questi problemi implica l'adozione di approcci di tipo orizzontale, in grado cioè di far fronte a tutti gli aspetti legati alla comunicazione da utente ad utente. La soluzione ipotizzabile collide tuttavia con l'organizzazione tradizionale dei maggiori Enti di normativa, basata su suddivisioni verticale e per specializzazione. Per esempio, un particolare Comitato, operante in uno di tali Enti, si occupa di tutti gli aspetti legati al terminale, un altro di quelli trasmissivi, un altro di quelli architetture e così via, a prescindere dal servizio o dall'applicazione in esame.

Per fare fronte a questa situazione, gli Enti [4] sono ricorsi finora in genere a contatti formalizzati, "liaisons", sia al proprio interno, tra Comitato e Comitato, sia con l'esterno. In questo modo, quanto più è complesso il problema, tanto più articolato diventa l'insieme dei gruppi interessati alla sua soluzione, con una

conseguente dilatazione dei tempi ed una diminuzione dell'efficienza.

Non hanno dato i risultati sperati neppure alcuni Gruppi di coordinamento ai quali si è fatto ricorso negli ultimi anni nell'ambito dei maggiori Enti ufficiali. Infatti, essi hanno finito per operare a livello sovrastrutturale, con una scarsa incidenza sui programmi dei singoli Gruppi che avrebbero dovuto coordinare.

Un altro punto rivelatosi abbastanza problematico riguarda le procedure di approvazione degli standard. In genere, gli Enti ufficiali adottano procedure piuttosto complesse, che implicano il trascorrere di un intervallo di tempo piuttosto lungo tra il momento della messa a punto di uno standard e la sua approvazione finale. Le motivazioni per l'adozione di procedure così lunghe sono diverse; certamente ha un peso non indifferente il fatto di non averle in molti casi pensate ed attivate in una ottica di mercato.

Questo quadro ha finito per causare alcuni eventi il cui impatto si è già fatto sentire e ancora di più potrà influenzare il prossimo futuro.

5.1 La crescente importanza dei fora

La costituzione di fora internazionali è sicuramente l'evento con conseguenze di maggior rilievo nel mondo della standardizzazione: al fine di valutare l'incidenza in questione, è sufficiente sottolineare i caratteri essenziali che li accomuna, a prescindere dalla descrizione di ognuno di essi, in termini di mandato, organizzazione, risultati conseguiti, che per quelli più significativi sarà presentata successivamente.

Innanzitutto sembra opportuno sottolineare che la loro costituzione corrisponde ad una esigenza di mercato bene identificata. La partecipazione garantisce in genere una copertura globale, in relazione sia alle esigenze da tenere in conto sia al livello di internazionalizzazione necessario. Le procedure di approvazione risultano molto snellite rispetto a quelle adottate dagli Enti ufficiali, sia nella fase di identificazione dei piani di lavoro e dei requisiti da rispettare sia in quella di approvazione degli standard prodotti. L'approccio di lavoro adottato è orientato alla soluzione di un problema nel suo insieme e non solo all'approvazione di aspetti parziali. Sono impiegati tutti gli standard già disponibili, a prescindere dalla fonte di produzione che nella maggior parte dei casi risulta essere un Ente ufficiale. Non può quindi essere non posta in risalto l'attività di assemblaggio delle normative esistenti svolta dai fora, elemento questo che spesso sfugge a quanti operano all'esterno.

L'impatto più evidente sugli Enti ufficiali è rappresentato dalla produzione degli standard de facto. Direttamente connesso a questo risultato ve ne è poi un secondo rappresentato dal fatto che molte Aziende stanno spostando la loro attenzione e quindi il loro impegno sui fora; nel contempo la loro partecipazione agli Enti ufficiali, anche se continua ad essere assicurata, è spesso scarsamente propositiva e finalizzata essenzialmente al "monitoraggio".

5.2 La riorganizzazione degli Enti ufficiali

I maggiori Enti ufficiali -l'ETSI e l'ITU in primo

luogo- hanno avviato la revisione della propria organizzazione e le proprie procedure di lavoro nell'intento di far fronte al meglio alle nuove esigenze per le attività di normativa.

Per quanto riguarda l'ETSI, sono in corso in parallelo due operazioni: la prima volta all'identificazione delle priorità relative ai contenuti da standardizzare, l'altra finalizzata alla messa a punto dell'organizzazione più appropriata per far fronte alle esigenze derivanti da queste priorità.

Relativamente ai contenuti, può essere menzionato il lavoro dello *Strategic Review Committee numero 6 (SRC6)* [5,6] e quello dell'*European Project on Information Infrastructure (EPII)*, entrambi attivati con il compito di identificare gli aspetti prioritari da considerare in ambito ETSI al fine di realizzare una *European Information Infrastructure (EII)* per il supporto di una vasta gamma di servizi ed applicazioni, tenendo conto del quadro di regolamentazione europea e delle precise indicazioni contenute nel rapporto Bangemann. Questo rapporto, infatti, attribuisce alla standardizzazione un ruolo importante per lo sviluppo della società informatica. Nel contempo, però, mette in luce anche la necessità di una revisione del processo di messa a punto degli standard, nell'intento di rispondere opportunamente alle esigenze di mercato, per quanto concerne sia i contenuti sia i tempi.

Tra le indicazioni emerse dall'SRC6 e dall'EPII, sembra opportuno citare in particolare l'identificazione di due programmi di lavoro: il primo prevede la disponibilità entro giugno 1997 di tutti gli standard necessari per la messa in atto della prima generazione della EII basata sulle infrastrutture e sui servizi delle reti PSTN, GSM, Euro-ISDN e delle attuali reti CATV, sulle prime realizzazioni di reti e servizi a larga banda e su Internet; il secondo programma persegue invece l'obiettivo di rendere disponibili entro giugno 1998 gli standard necessari alla realizzazione della seconda generazione della EII, basata su una ampia disponibilità di reti e servizi a larga banda, in aggiunta a quanto già previsto per la prima generazione.

Sugli aspetti organizzativi sempre in ETSI ha concluso il proprio mandato l'*High Level Task Force (HLTF)* [7] e sta operando la *Task Force Implementation Group (TFIG)*; dai lavori di questi Gruppi emerge l'indicazione che l'attività tecnica necessaria alla messa a punto degli standard europei dovrebbe essere organizzata per progetti trasversali rispetto alle aree di competenza oggi coperte dai comitati tecnici. Le funzioni assegnate a questi ultimi Gruppi dovrebbero essere riviste in modo da creare centri di competenze, che dovrebbero garantire il mantenimento nel tempo di adeguate conoscenze tecniche, superando però l'attuale ripartizione verticale delle attività che mal si adatta a rispondere alle esigenze di interconnessione delle reti e di interoperabilità dei servizi e delle applicazioni e che sempre più stanno diventando il fulcro dei lavori di standardizzazione.

Un'altra indicazione che emerge con chiarezza è relativa all'eliminazione in ambito ETSI, così come negli altri Enti di normativa, di ogni attività coperta sufficientemente da "Gruppi di interesse" o sulla quale già esistono standard de facto. La soluzione identificata a questo scopo è quella di riconoscere ed inglobare tutti

gli standard ritenuti validi a prescindere dalla loro sorgente, nella ricerca di una sempre maggiore collaborazione tra Enti ufficiali e Gruppi di interesse.

Le soluzioni individuate in ambito ETSI, relativamente sia ai contenuti degli standard sia all'organizzazione da adottare, sono allo studio anche nell'ambito dell'ITU ed in particolare nel Review Committee, attivato con queste finalità.

5.3 Azioni di coordinamento

Allo scopo di ottimizzare il processo di standardizzazione, sono in corso azioni di coordinamento i cui risultati dovrebbero essere una guida sia per gli Enti ufficiali sia per i Gruppi di interesse.

Nel contesto europeo, è da citare a questo proposito l'*High Level Strategic Group (HLSG)* che raggruppa i principali rappresentanti degli Operatori e delle Industrie manifatturiere operanti nel settore delle telecomunicazioni e di quello della tecnologia dell'informazione. L'intento di questo gruppo è duplice: da un lato dovrebbe identificare i requisiti per il processo di standardizzazione, dall'altro dovrebbe attivare o mantenere i collegamenti opportuni tra tutte le realtà interessate a tale processo, siano esse presenti nella scena europea od in quella mondiale.

Sempre nel contesto europeo è da segnalare ancora l'ICT Standards Board, che ha il compito di coordinare le attività di normalizzazione. Di particolare interesse è la presenza tra i suoi componenti, oltre che dei rappresentanti dei maggiori Enti ufficiali europei (ETSI, CEN-CENELEC), anche dei rappresentanti dei maggiori Fora, a conferma della volontà di muoversi sempre più verso l'integrazione tra gli standard *de jure* e quelli *de facto*.

Negli Stati Uniti un ruolo importante di coordinamento è svolto dall'*Information Infrastructure Standards panel (IISP)* [8,9,10] che opera in ambito ANSI e che ha il compito di identificare i requisiti a cui deve rispondere la standardizzazione per la realizzazione della National Information Infrastructure e la Global Information Infrastructure.

6. Specifiche in Internet

Per molti anni Internet è stata una realtà essenzialmente americana, sostenuta dal Governo degli Stati Uniti tramite sovvenzioni alla *National Science Foundation (NSF)* -che gestiva il backbone di interconnessione su scala nazionale-, alle Università e ad altre scuole di natura diversa.

I fondi pubblici rendevano possibile anche l'organizzazione degli incontri della *Internet Engineering Task Force (IETF)*, che è il Forum che ha definito tutte le questioni tecniche necessarie per il funzionamento di Internet. Inoltre, questioni dalla gestione necessariamente unitaria (ad esempio la gestione di nomi e di indirizzi di rete) erano seguite da organismi di derivazione statale (ad esempio InterNIC, il centro di gestione della informazione Internet gestito dal Ministero della Difesa).

Con l'ampliamento della rete, con la sua penetrazione massiccia in Europa, ma soprattutto con l'au-

mento notevole dell'interesse generato a livello commerciale dalla diffusione capillare di questo mezzo di comunicazione, il ruolo sostenuto per Internet dallo stato americano ha cominciato a modificarsi. Il traffico sulla rete, inizialmente di carattere strettamente legato al mondo della istruzione e della ricerca, si era infatti progressivamente indirizzato verso il commercio e l'industria.

Questo nuovo orientamento è stato sostenuto dal Governo statunitense, che ha quindi dichiarato l'intenzione di diminuire gradualmente il proprio sostegno finanziario ad Internet, incoraggiandone l'autosostentamento economico.

È nato così un secondo *backbone* negli Stati Uniti, gestito da un Consorzio di Aziende denominato *Advanced Network Solutions (ANS)*, il cui accesso è offerto a pagamento ad Aziende commerciali di ogni tipo.

L'evoluzione verso un mercato aperto ha portato, quindi, al moltiplicarsi di Gestori interessati ad offrire l'accesso ad Internet a pagamento, sia alle Aziende di carattere commerciale sia ai privati cittadini.

Per quanto concerne l'attività di standardizzazione relativa ad Internet, può essere ricordato che l'elaborazione tecnica è svolta nell'IETF, organizzato in "aree di lavoro", suddivise a loro volta in "Gruppi di lavoro".

Le aree di lavoro al momento riguardano le seguenti tematiche:

- Servizi d'utente;
- Applicazioni;
- IPng (Internet Protocol next generation; protocolli per la prossima generazione di Internet);
- Internet;
- Gestione della Rete;
- Instradamento (Routing);
- Sicurezza;
- Trasporto;
- Requisiti Operazionali.

Le specifiche tecniche di tutte le questioni che riguardano Internet sono contenute nei *Request for Comments (RFC)*, che sono una serie di documenti posti a disposizione gratuitamente a tutte le persone che abbiano accesso alla rete.

La serie di documenti RFC non contiene solo specifiche tecniche destinate a divenire standard nell'ambito Internet, ma anche documentazione di tipo informativo o divulgativo.

Un documento RFC di contenuto normativo è inizialmente pubblicato come proposta di norma (*proposed standard*) e rimane in questo stato per un periodo di almeno sei mesi, trascorsi i quali il suo stato può avanzare a quello di norma in bozza (*draft standard*).

I criteri generali per il passaggio della specifica a draft standard sono:

- la specifica ha ricevuto un notevole interesse (dibattito, richieste di informazione, approvazione) da parte degli utilizzatori di Internet;
- esistono almeno due impieghi sperimentali della specifica.

Un *draft standard* rimane in questo stato per almeno quattro mesi, trascorsi i quali esso può essere promosso al rango di *standard*. I criteri per il passaggio di una bozza al rango di *standard* sono i seguenti:

- la comunità Internet ha avuto una sufficiente esperienza operativa per la specifica;

- è stato dimostrato nella pratica che prodotti realizzati sulla base degli standard in questione sono in grado di interoperare.

Le specifiche Internet sono classificate a secondo della maturità e dell'applicabilità.

Per quanto riguarda la maturità di una specifica, sono previsti i seguenti livelli:

- Sorpassato (*historic*);
- Informativo (*informational*);
- Sperimentale (*experimental*);
- Proposta di norma (*proposed standard*);
- Bozza di norma (*draft standard*);
- Norma (*standard*).

Il ciclo completo delle specifiche Internet è quello indicato in fig. 1.

Per l'applicabilità i casi previsti sono invece:

- Obbligatoria (*required*);
- Consigliata (*recommended*);
- Facoltativa (*elective*);
- Limitata (*limited use*);
- Sconsigliata (*not recommended*).

Per avere un'idea della situazione presente, può essere ricordato che gli standard required sono per il momento solo due: *Internet Protocol (IP)* ed *Internet Control Message Protocol (ICMP)*.

Sono indicati come required, pur non essendo specifiche, anche i seguenti "Request for Comments (RFC)":

- RFC 1720: Internet official protocol standards"
- RFC 1700: Assigned numbers
- RFC 1122 ed RFC 1123 : Host requirements
- RFC 1009: Gateway requirements

Sono considerati *recommended* tutti i protocolli che storicamente hanno prodotto l'Internet, vale a dire i protocolli di trasporto *Transmission Control Protocol (TCP)* ed *User Datagram Protocol (UDP)*, e quelli applicativi di base per:

- Posta elettronica (*Simple Mail Transfer Protocol, SMTP*);
- Trasferimento archivi di dati (*File Transfer Protocol,*

FTP);

- Accesso interattivo a calcolatori remoti (*Telnet*);
- Gestione della rete (*Simple Network Management Protocol, SNMP*);
- Sincronizzazione temporale dei sistemi in rete (*Network Time Protocol, NTP*);
- Protocolli per la traduzione di nomi in Indirizzi di rete (*Domain Name System, DNS*).

Sono considerate "elective" tutte le specifiche di protocollo che sono relative ad una configurazione particolare del sistema su cui sono inserite, ad esempio tutte quelle relative al protocollo IP sulle varie reti fisiche (IP sopra ATM, sopra FDDI, sopra Ethernet...), i protocolli che specificano convergenze verso ambienti diversi (ad es. il TP-TCP, protocollo che consente di utilizzare sistemi OSI su reti TCP/IP) ed i protocolli che specificano funzionalità aggiuntive a quelle già presenti nelle applicazioni di base (ad es. il *Multipurpose Internet Mail Extensions, MIME*, versione arricchita del protocollo di posta elettronica SMTP).

Per quanto riguarda le applicazioni sperimentali, esse hanno tutte uno stato di "limited use". Tra queste possono essere ricordate diverse sperimentazioni di applicazioni OSI sopra Internet (ad es. "X.400: Routing coordination for X.400 services" o "Representing IP information in the X.500 Directory"), ma anche quelle interne all'ambito più propriamente Internet (ad es. "DNS Encoding of Geographic Locations", "SNMP distributed protocol interface" ...).

I protocolli abbandonati e quelli resi obsoleti da nuove versioni sono nello stato di "not recommended".

Da segnalare infine l'avvicinamento degli ambienti di standardizzazione Internet a quelli ufficiali. Ormai nessuno parla più del conflitto tra TCP/IP e modello OSI. Le posizioni rispettive sembrano essere assestate: all'interno della comunità Internet si è di molto attenuata l'animosità nei confronti degli Organismi Ufficiali; nel contempo il mondo della normalizzazione ufficiale ha riconosciuto, da parte sua, l'importanza dei prodotti Internet sul mercato della comunicazione dati, e si è mossa nella direzione di accettare le specifiche Internet. A conferma di questa situazione, può essere menzionato il legame ufficiale stabilito tra *ISOC (Internet Society)* ed *ISO/IEC JTC1 SC6* (la sottocommissione che si occupa di reti dati), concretizzatosi con l'attivazione di una *liaison ufficiale*.

7. DAVIC (Digital Audio-Visual Council)

Per lungo tempo il mondo dei servizi audiovisivi è stato frammentato tra differenti soggetti economici ed è stato caratterizzato dalla presenza di un numero rilevante di sistemi incompatibili tra loro. L'avvento delle tecnologie numeriche ha modificato sostanzialmente questa situazione: infatti, con il trattamento in forma numerica delle informazioni audio e video, sistemi prima fra loro incompatibili possono essere interconnessi così come servizi ed applicazioni possono interoperare.

L'obiettivo di fornire servizi audiovisivi basati su tecniche numeriche è oggi considerato raggiungibile da molti operatori grazie a significativi progressi in molti settori del campo delle comunicazioni, tra i quali sono di particolare importanza: lo sviluppo di stan-

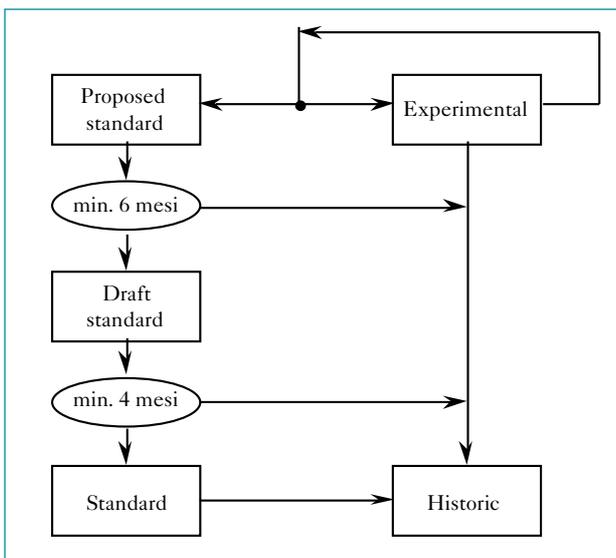


Figura 1 Ciclo delle Specifiche Internet.

dard di rappresentazione delle informazioni in forma numerica (standard MPEG), quello di tecniche di elaborazione del segnale che consentono la trasmissione ad alta velocità utilizzando i mezzi di trasporto esistenti, quello di standard di trasmissione ad alta velocità di pacchetti di dati (ATM) e quello di diversi protocolli definiti per permettere il dialogo tra ambienti diversi (Q.2931, TCP/IP, DSM-CC).

L'importanza crescente assunta dall'interconnessione e dall'interoperabilità ha finito per scontrarsi con lo stato della maggior parte degli Enti di normativa, ancora operanti, come già si è fatto cenno, per competenza in modo verticale. La soluzione degli aspetti legati all'interconnessione ed all'interoperabilità deve invece essere ricercata orizzontalmente, «da utente ad utente».

A fronte di questa situazione è stato costituito DAVIC (*Digital Audio-Visual Council*) che ha l'obiettivo, come è stabilito nello statuto, di favorire il successo delle applicazioni e dei servizi audiovisivi emergenti mediante la pronta definizione di specifiche concordate a livello internazionale, di interfacce e protocolli che consentano di massimiz-

zare l'interoperabilità tra Paesi, servizi ed applicazioni.

In fig. 2 è illustrata l'attuale struttura organizzativa di DAVIC.

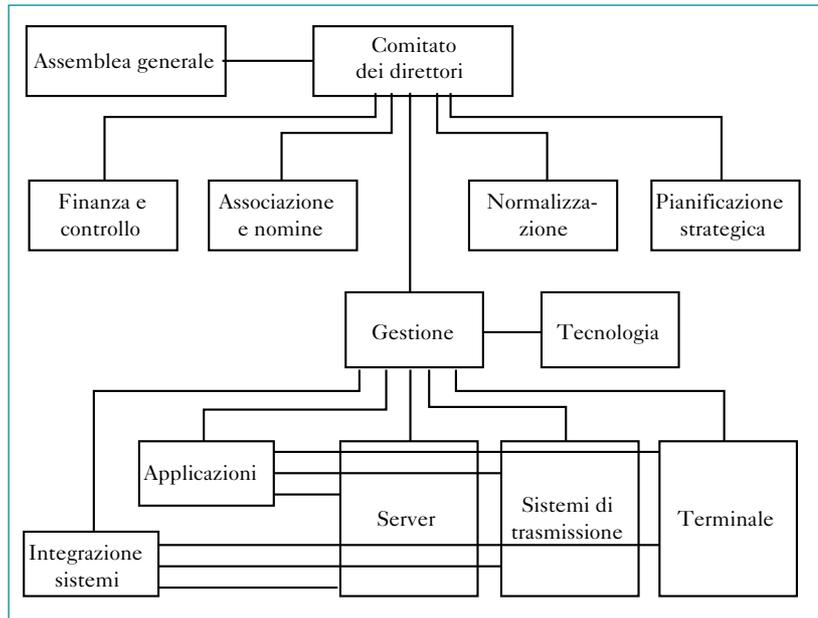


Figura 2 Struttura organizzativa di DAVIC.

GLI ENTI UFFICIALI DI NORMALIZZAZIONE SI RISTRUTTURANO PER RISPONDERE ALLE ESIGENZE DEL MERCATO

- I maggiori Enti Ufficiali -l'ETSI e l'ITU in primo luogo- stanno rivedendo la propria organizzazione e le proprie procedure di lavoro nell'intento di far fronte al meglio alle nuove esigenze per le attività di normativa.
- In ETSI sono in corso in parallelo due operazioni, la prima volta all'identificazione delle priorità relative ai contenuti da normalizzare, l'altra finalizzata alla messa a punto dell'organizzazione più appropriata per far fronte alle esigenze derivanti da queste priorità.
- Relativamente ai contenuti, sono da ricordare il lavoro dello Strategic Review Committee numero 6 (SRC6) [1,5] e dell'European Project on Information Infrastructure (EPII).
- Sugli aspetti organizzativi hanno operato l'High Level Task Force (HLTF) e la Task Force Implementation Group (TFIG), dalle cui indicazioni emerge che la messa a punto degli standard europei dovrebbe essere sempre più organizzata per progetti trasversali.
- Un'altra importante decisione emergente, è l'eliminazione di ogni attività coperta in modo opportuno da gruppi di interesse o sulla quale già esistono standard de facto. La soluzione identificata a questo proposito è quella di riconoscere ed inglobare tutti gli standard ritenuti validi a prescindere dalla loro sorgente, nella ricerca di una sempre maggiore collaborazione tra Enti ufficiali e Gruppi di interesse.
- Le soluzioni individuate in ambito ETSI, relativamente sia ai contenuti degli standard sia all'organizzazione da adottare, sono allo studio anche nel contesto ITU ed in particolare nel Review Committee, attivato allo scopo.

I membri di DAVIC sono oltre duecento, in rappresentanza di venticinque Paesi di tutto il mondo, e non sono soggetti ad alcuna limitazione per quanto riguarda la progettazione, lo sviluppo, la commercializzazione e/o l'acquisizione di hardware, software, sistemi, tecnologie e servizi audiovisivi numerici, così come non sono vincolati all'introduzione od all'utilizzo di norme, raccomandazioni o specifiche DAVIC.

Tutti i membri di DAVIC sono rappresentati in una *Assemblea generale (GA)*. La GA elegge il Consiglio di Amministrazione (*Boarding of the Directors - BD*). Oltre alla Finanza e controllo ed all'Associazione e nomine sono stati costituiti tre Comitati consultivi: *Standardizzazione (ST)*, *Pianificazione strategica (SP)* e *Gestione (MC)*. Il lavoro tecnico è svolto dai *Comitati Tecnici (TC)*, sotto la supervisione del comitato MC. Sono stati costituiti sei TC, che si occupano rispettivamente di: Applicazioni, Integrazione di sistemi, Server, Sistemi di trasmissione, Terminali e Tecnologia.

Il metodo di lavoro adottato prevede l'utilizzo delle soluzioni disponibili e rispondenti ai requisiti identificati. Non sono specificati sistemi, ma componenti (tool). Ogni tool deve essere riutilizzabile. Per ogni funzione è specificato un solo tool. Ogni standard è definito in modo che risponda esclusivamente ai requisiti minimi per garantire l'interoperabilità. Il processo di standardizzazione è aperto e chiunque può rispondere ad una richiesta di nuove proposte così come a chiunque è concesso di proporre modifiche alle specifiche pubblicate per commenti, sebbene la partecipazione alle riunioni è concessa solo ai membri. Per la proprietà intellettuale (*Intellectual Property Rights - IPR*) è adottata la stessa politica scelta da IEC/ISO/ITU.

Le specifiche contengono parti normative e parti informative: le prime devono essere introdotte in modo da garantire la conformità di un sottosistema ai re-

quisiti DAVIC, le seconde sono incluse a titolo di chiarimento delle prime e per fornire un aiuto agli utilizzatori. Sono previste diverse versioni: DAVIC 1.0, DAVIC 1.1, ecc.

La fig. 3 illustra in modo schematico il sistema adottato da DAVIC. Esso comprende cinque elementi: il sistema del fornitore del contenuto, il sistema del fornitore del servizio e l'utente del servizio; questi tre elementi sono collegati da altri due elementi, i sistemi di trasmissione: il primo dei quali collega il fornitore del contenuto con quello del servizio ed il secondo collega il fornitore del servizio con l'utente dello stesso.

Al momento è disponibile la versione 1.0 che definisce una prima serie di tool che consentono la realizzazione di sistemi che permettono applicazioni come la televisione diffusiva, il quasi *Video on Demand (N-VoD)*, il *Video on Demand (VoD)* ed alcune forme base di televendite. Le parti che la compongono sono riportate in tab. 1 e possono essere suddivise in tre gruppi: aspetti di sistema (Parti 1, 2 e 12), sottosistemi DAVIC (Parti 3, 4 e 5), "tool" (Parti 7, 8, 9, 10 e 11).

8. ATM Forum

L'ATM Forum è stato costituito come gruppo di interesse nel settembre 1991, su iniziativa di quattro Aziende statunitensi - Adaptive, Cisco, Northern Telecom, US Sprint - con l'intento di promuovere il mercato degli apparati basati sulla tecnica ATM, orientati prevalentemente ad applicazioni di comunicazione dati nell'ambito delle reti locali private.

La sua notorietà si è manifestata rapidamente, ed in poco più di due anni il numero delle aziende partecipanti ha superato seicento; un terzo di queste ha lo status di Principal Member, che consente la contribuzione, il voto e la ricopertura di cariche direttive.

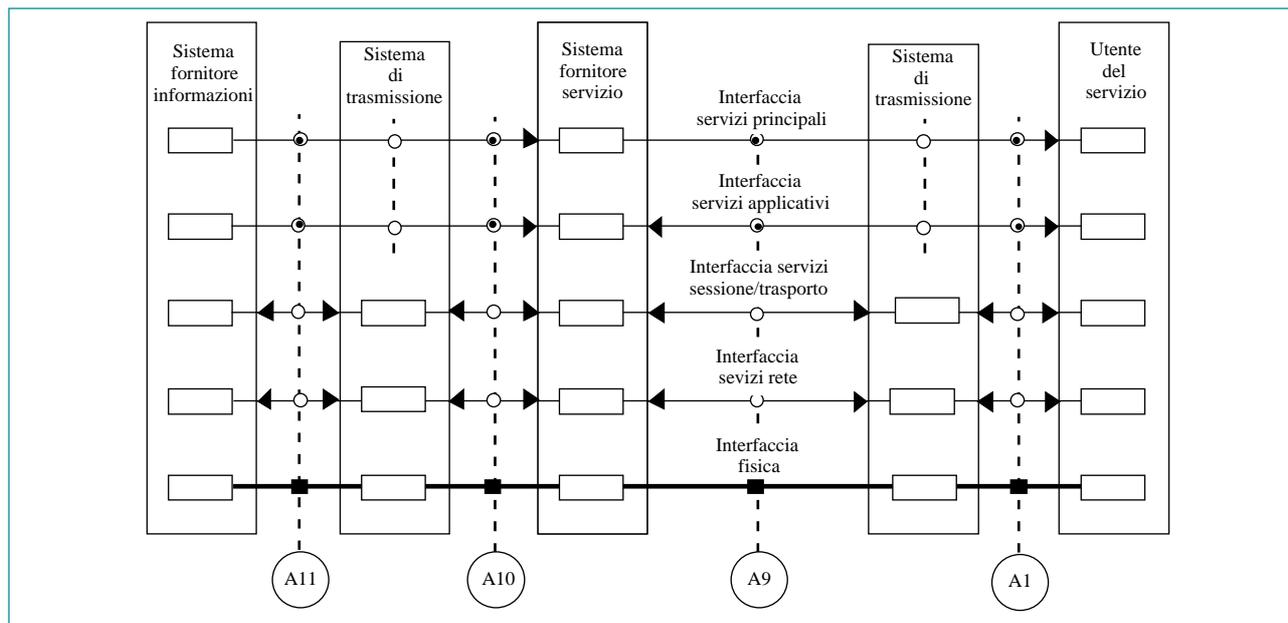


Figura 3 Struttura generale del sistema DAVIC.

Parte 1	Descrizione delle funzioni del "DAVIC System"
Parte 2	Modelli di riferimento di sistema e scenari
Parte 3	Sistema del Fornitore di Servizio: architettura ed interfacce
Parte 4	Delivery System: architettura ed interfacce
Parte 5	Service Consumer System: architettura ed interfacce
Parte 6	riservato
Parte 7	Protocolli di alto e medio livello
Parte 8	Protocolli di basso livello e interfacce fisiche
Parte 9	Rappresentazione dell'informazione
Parte 10	Sicurezza
Parte 11	Protocolli di informazione di utilizzo
Parte 12	Dinamiche, punti di riferimento e interfacce

Tabella 1 Struttura dei Documenti DAVIC 1.0.

Molto significativa è anche la partecipazione in rappresentanza dei più diversi settori del mondo delle comunicazioni e dell'informatica, che apporta conoscenza, metodi ed interessi di mercato molto diversificati; ad una iniziale prevalenza di Costruttori del settore LAN è seguito l'affiancamento di numerosi Operatori ed Industrie manifatturiere di telecomunicazione. Di recente hanno cominciato a partecipare attivamente anche rappresentanti degli utilizzatori, dai quali sono attesi contributi in termini di "bisogni" e "requisiti", da tener presenti nel processo di specifica.

Tra i fattori che hanno determinato questo successo deve essere notato, in modo particolare, l'adozione di un approccio pragmatico ai problemi, orientato a visioni di breve termine e ad un rapido conseguimento di risultati concreti; il Forum rappresenta di fatto una ulteriore fase pre-competitiva, successiva al processo normativo ufficiale, che coinvolge una più ampia cooperazione industriale e porta ad un più rapido ingresso sul mercato di prodotti ATM.

Deve inoltre essere sottolineata l'essenzialità della struttura organizzativa, che prevede un Comitato Direttivo formato da sette Direttori ed un unico Comitato Tecnico, a livello mondiale, all'interno del quale si svolge il lavoro tecnico tramite Gruppi di lavoro costituiti di volta in volta sulla base delle necessità contingenti. Molto semplici anche i meccanismi di approvazione adottate che prevedono scelte fatte a maggioranza, senza la ricerca del consenso all'unanimità, e che privilegiano quindi la rapidità decisionale.

L'ATM Forum si qualifica come "utilizzatore di normativa" nel senso che prende a riferimento il quadro esistente (ITU, ANSI, ETSI) sia come base su cui operare le scelte realizzative, sia

come punto di partenza per completare aspetti che si rivelino carenti in relazione ai bisogni del mercato via via identificati.

In linea generale si può affermare che la presenza di ATM Forum esercita una influenza crescente sull'attività normativa, nel senso di accelerazione e di orientamento più mirato alle esigenze di mercato percepite. Membri dell'ATM Forum partecipano attivamente anche ai lavori dei maggiori Enti ufficiali - ITU, ETSI, ANSI,...- e si fanno portatori di informazione nei due sensi. L'ATM Forum intrattiene inoltre relazioni con altri gruppi di interesse; possono essere citati al riguardo i collegamenti con la *Internet Engineering Task Force (IETF)* per l'interesse comune allo sviluppo di IP su

ATM e con il *Moving Picture Expert Group (MPEG) ISO* per il trasporto di flussi MPEG-2 su ATM; con il *Frame Relay Forum* per l'interoperabilità tra reti e servizi e con gli *SMDs Interest Groups (SIG/ESIG)* per l'accesso SMDs su ATM ed il trasporto del servizio tra reti di operatori diversi. Per gli aspetti di definizione e di supporto su rete ATM di servizi multimediali sono in corso anche contatti con vari Gruppi di interesse, tra cui il *MultiMedia Communications Forum (MMCF)*, la *Multimedia Communications Community Of Interest (MCCOI)* e la *Interactive Multimedia Association (IMA)*.

Per quanto concerne l'insieme delle tematiche trattate, sulle quali a partire dal 1992 sono state già pubblicate o sono in corso di pubblicazione specifiche ATM Forum, un quadro è riportato nella tab. 2.

Tematica	Gruppo di Lavoro
ATM User Network Interface	UNI
ATM Broadband Inter-Carrier Interface	B-ICI
Data Exchange Interface / Low speed public UNI	DXI FUNI
Signalling (contributi a UNI, B-ICI, P-NNI)	SIG
Private Network Node Interface	P-NNI MPOA
Traffic Management	TM - QoS
Physical Layer (contributi a UNI)	PHY
Testing (contrib. relativi alla specifica UNI 3.0)	TESTING
Network Management :	NM
LAN Emulation	LANE
Service Aspects and Applications	SAA
Service Aspects Liaisons	SAA-RBB

Tabella 2 Tematiche trattate nell'ATM Forum.

9. Enti Ufficiali

L'Ente Internazionale di riferimento generale per la standardizzazione nelle telecomunicazioni è l'ITU, ed è una Organizzazione intergovernativa; ogni Stato sovrano, membro delle Nazioni Unite può diventare suo membro (una volta esso si chiamava UIT ed era suddiviso in CCITT e CCIR). I Governi di questi Paesi (in molti casi rappresentati dalle Amministrazioni per le telecomunicazioni) sono membri costituzionali. Altre Organizzazioni -Operatori, Industrie manifatturiere, Organizzazioni scientifiche- possono essere ammesse tramite le Amministrazioni nazionali con diritti ridotti rispetto a quelli dei membri costituzionali; in particolare non hanno diritto di voto.

La struttura organizzativa dell'ITU è quella riportata in fig. 4; da essa può essere rilevato che esistono tre settori dedicati, rispettivamente, alle radiocomunicazioni, alle telecomunicazioni ed allo sviluppo.

Il lavoro di standardizzazione relativo alle telecomunicazioni è quindi svolto nell'apposito settore, identificato come ITU-T, suddiviso in Gruppi di Studio (*Study Group, SG*). Ogni SG è caratterizzato da una propria area di competenza: trasmissione, commutazione, segnalazione, aspetti di rete, e via dicendo. La panoramica completa dell'insieme dei Gruppi di studio è riportata nella tab. 3.

Gli argomenti di competenza dell'ITU coprono in pratica tutte le tematiche di pertinenza delle teleco-

<i>Study Group 1</i>	Service definition
<i>Study Group 2</i>	Network operation
<i>Study Group 3</i>	Tariff and accounting principles
<i>Study Group 4</i>	Network maintenance
<i>Study Group 5</i>	Protection against electromagnetic environment effects
<i>Study Group 6</i>	Outside plant
<i>Study Group 7</i>	Data networks and open system communications
<i>Study Group 8</i>	Terminals for telematic services
<i>Study Group 9</i>	Television and sound transmission (former CMTT)
<i>Study Group 10</i>	Languages for telecommunication applications
<i>Study Group 11</i>	Switching and signalling
<i>Study Group 12</i>	End-to-end transmission performance of networks and terminals
<i>Study Group 13</i>	General network aspects
<i>Study Group 14</i>	Modems and transmission techniques for data, telegraph and telematic services
<i>Study Group 15</i>	Transmissions systems and equipment

Tabella 3 Gruppi di Studio ITU-T.

municazioni e coincidono con quelli trattati dagli Enti Regionali corrispondenti. In particolare per quanto concerne l'Europa questo Ente è l'*European Telecommunication Standards Institute (ETSI)*, la cui organizzazione generale relativamente agli aspetti tecnici è riportata in fig. 5. (In precedenza questa Organizzazione si chiamava CEPT).

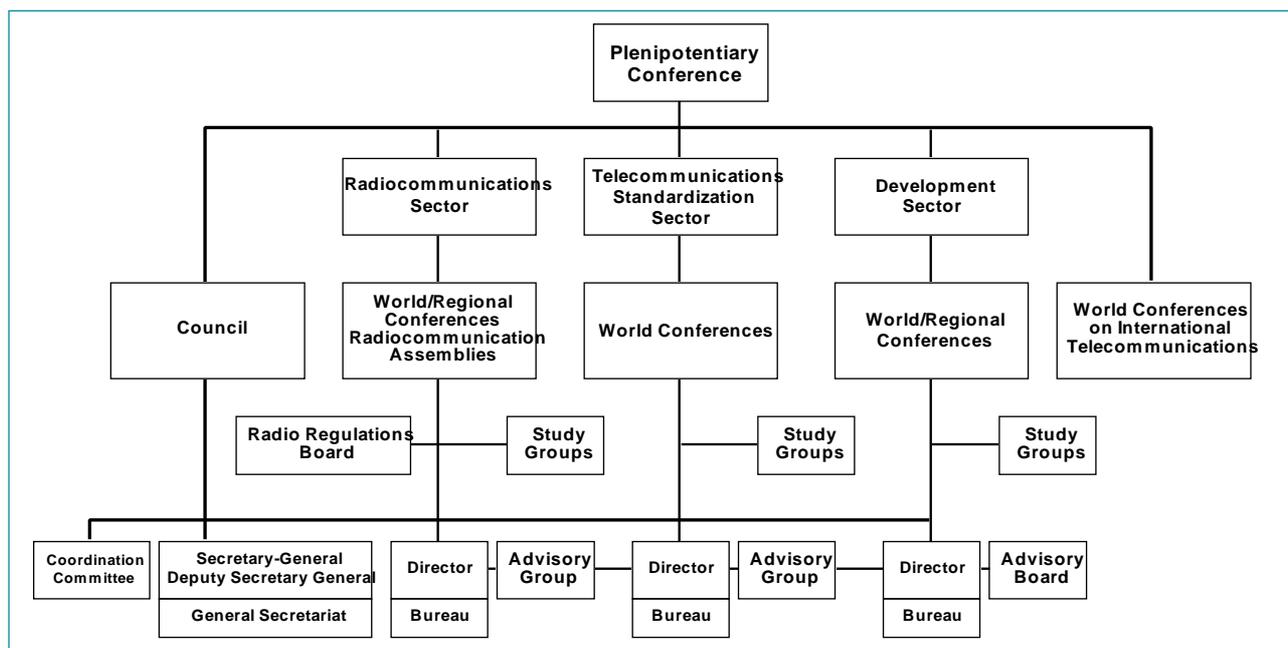


Figura 4 Struttura organizzativa dell'ITU.

In pratica le attività svolte in ambito ITU nei vari gruppi di studio sono svolte in ETSI nei Comitati Tecnici riportati in fig. 6. L'equivalente americano dell'ETSI e l'ANSI T1 (vedi fig. 7) e il *Telecommunication Technology Committee (TTC)* è quello giapponese (vedi fig. 8).

Il metodo di lavoro adottato nell'insieme di questi Organismi di normalizzazione prevede che le varie tematiche siano prima affrontate in ambito Regionale, quindi sono portate in quello ITU ove sono adottate soluzioni (raccomandazioni) internazionali. Una volta approvate le raccomandazioni ITU, viene fatto il percorso opposto, ovvero esse sono adottate in ambito regionale, ed eventualmente "istanziate" per tenere conto di eventuali aspetti locali. Per quanto concerne l'Euro-

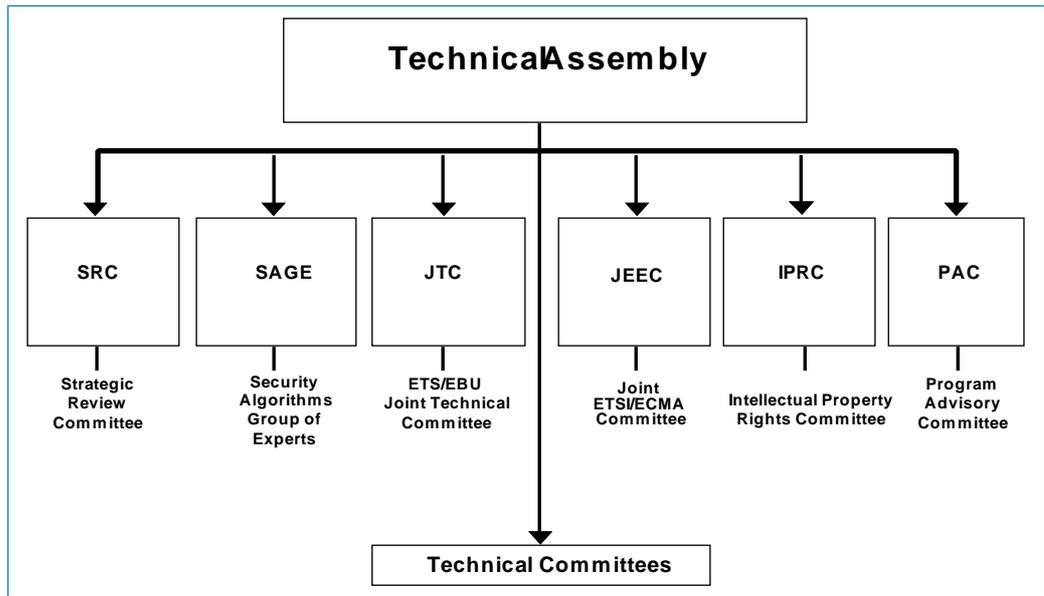


Figura 5 Organizzazione ETSI relativamente agli Aspetti Tecnici.

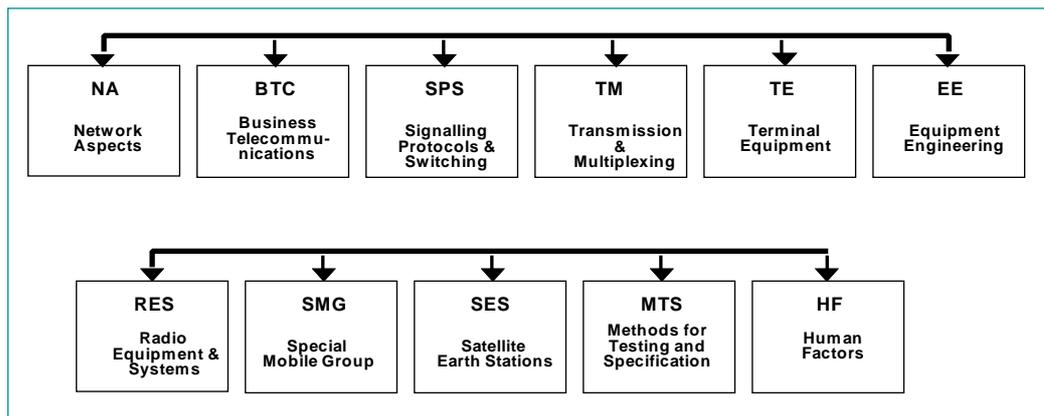


Figura 6 Comitati Tecnici ETSI.

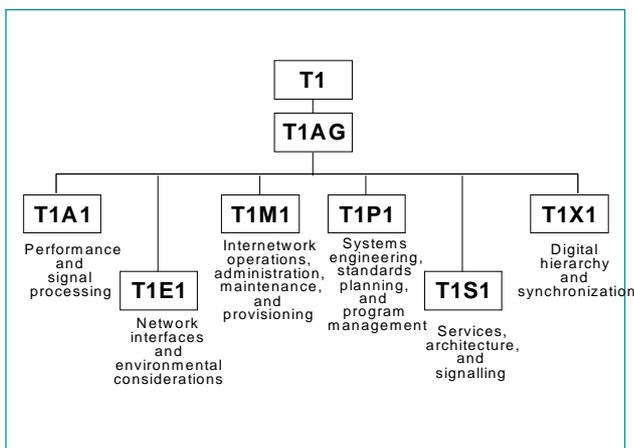


Figura 7 Organizzazione ANSI T1.

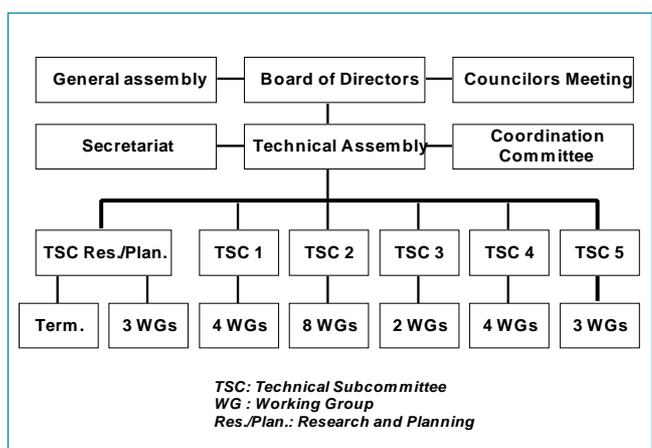


Figura 8 Organizzazione TTC.

pa, gli standard ETSI sono infine trasposti a livello nazionale.

Sia al livello Internazionale sia a quello Regionale, deve essere sottolineata l'influenza dei gruppi di interesse; è sempre più frequente il caso in cui le specifiche prodotte in tali gruppi vengano inglobati negli standard ufficiali su iniziativa, in genere, di Aziende che già dispongono, o hanno in fase di avviamento della produzione, apparati e/o servizi ad esse conformi.

10. Conclusioni

Il mondo delle telecomunicazioni è interessato da numerose importanti novità a seguito della liberalizzazione e della internazionalizzazione dei mercati. I suoi confini con il mondo dell'informatica e con quello dei media sono sempre meno marcati. In questa realtà, gli standard devono innanzitutto garantire l'interconnessione delle reti e l'interoperabilità dei servizi e delle applicazioni, rispondendo tempestivamente alle esigenze del mercato man mano che emergono e facilitando una libera concorrenza attuata su un piano mondiale.

Molti gruppi di interesse (fora e consortia), attivi in questo periodo, stanno rispondendo positivamente a queste esigenze. In primo luogo perché affrontano i problemi nel loro insieme, evitando eccessive frammentazioni per specializzazioni. Pesa, poi, a loro favore il fatto che adottino procedure per l'approvazione delle specifiche prodotte piuttosto semplici, che contribuiscono a contenere il tempo che intercorre tra il manifestarsi di una certa esigenza ed il momento in cui è disponibile la soluzione in grado di soddisfarla. La loro efficienza poi è un fattore determinante al fine di stimolare una partecipazione molto qualificata a livello internazionale.

Per quanto concerne gli Enti Ufficiali tradizionali, devono essere sottolineati gli sforzi che stanno effettuando per rivedere il loro modo di operare, orientati in primo luogo all'adozione di un modo di operare per progetti trasversali, corrispondenti a precisi obiettivi di mercato. Anche le procedure di approvazione dovrebbero essere semplificate, così come si fa strada la convinzione di evitare ogni duplicazione di attività rispetto a quanto già fatto nei gruppi di interesse; le specifiche prodotte da questi ultimi gruppi dovrebbero sempre avere validità comparabile a quella degli standard ufficiali, purché rispondenti a determinati criteri tecnici e di completezza degli argomenti che trattano.

Questi sforzi organizzativi sono stati intrapresi a fronte di una certa difficoltà ad adattarsi alla nuova realtà. Emerge, infatti, che la maggior parte degli Enti in questione ha continuato ad operare essenzialmente in modo verticale, per specializzazione. Questo approccio certamente non facilita la soluzione di problematiche di interconnessione e di interoperabilità, con caratteristiche tipicamente trasversali. Inoltre, le pro-

cedure di approvazione delle standard prodotti risultano tuttora in genere laboriose e lunghe, e quindi mal si adattano agli attuali tempi richiesti dal mercato.

La situazione è da tenere sotto controllo per verificare nel tempo, da un lato, la capacità di tenuta dei gruppi di interesse e, dall'altro, la capacità degli Enti tradizionali di adeguare il loro modo di produrre standard alle esigenze emergenti. Questo duplice chiarimento è importante al fine di una razionalizzazione del processo di standardizzazione visto nel suo complesso, nell'intento di evitare costose duplicazioni, a vantaggio della completezza, della qualità e della tempestività dei risultati conseguiti.

Bibliografia

- [1] *Growth, Competitiveness, Employment - The changeless and ways forward into the 21st century*. European Commission, White Paper, Bruxelles 1994.
- [2] *European and Global Information Society - Recommendations to the European Council*. Bruxelles 1994.
- [3] *Liberalizzazione delle Infrastrutture di Telecomunicazioni e delle Reti Televisive via Cavo*. Libro Verde, novembre 1994.
- [4] Chiarottino, W.; Pirani, G.: *Organismi Internazionali di Normativa nelle Telecomunicazioni*. «Rapporti Tecnici CSELT», Volume XXI, n.2, giugno 1993.
- [5] *ETSI SRC6 Final Report on EII - Part A - Summary and Recommendations*. Strategic Review Committee n.6, giugno 1995.
- [6] *ETSI SRC6 Final Report on EII - Part B*. Strategic Review Committee n.6, giugno 1995.
- [7] *ETSI High Level Task Force: Making International Standards happen first in Europe*. Giugno 1995.
- [8] Schoof, H.: *The Information Infrastructure Initiative in the US*. Bruxelles, novembre 1994.
- [9] EIA (Electronic Industries Association) and TIA (Telecommunications Industry Association) White Paper on NII (National Information Infrastructure). Washington, 1993.
- [10] NIST (National Institut of Standards Technology): Framework for NII Services. Giugno 1994.

La sperimentazione italiana nel contesto della rete Pilota ATM europea

D. BUTTINELLI
B. PENNESTRÌ
D. SERAFINI

Il costante impegno di Telecom Italia nel continuo processo di innovazione delle tecnologie di rete e dei servizi ha visto delinearsi, negli ultimi anni, un'attenzione crescente nei riguardi della tecnologia ATM emergente e delle sue potenzialità applicative. Nell'ambito nazionale ed in quello internazionale, la sperimentazione della tecnologia ATM è stata effettuata da Telecom Italia attraverso la piena integrazione tecnico-operativa della rete Pilota ATM nazionale con le reti Pilota estere ad essa interconnesse. Nel presente articolo si presenta lo scenario europeo della sperimentazione e le caratteristiche delle reti Pilota ATM nazionale ed europea. Inoltre si illustrano le caratteristiche del servizio offerto e degli strumenti gestionali appositamente progettati e realizzati a supporto della fornitura del servizio medesimo. In un articolo di prossima pubblicazione si riporteranno i principali risultati della sperimentazione e le nuove iniziative ATM di Telecom Italia in ambito nazionale ed europeo.

1. Introduzione

Alla fine degli anni ottanta il Comitato Consultivo Internazionale Telegrafico e Telefonico (CCITT, successivamente confluito nella divisione T dell'ITU-International Telecommunication Union) ha identificato nell'ATM la tecnica di moltiplicazione e commutazione di riferimento per lo sviluppo delle future reti integrate di comunicazione a larga banda, denominate B-ISDN-Broadband Integrated Services Digital Network. Da allora, i vari attori nel comparto delle telecomunicazioni (gestori, manifatturieri di TLC) e dell'Information Technology hanno coagulato crescenti energie nella ricerca, nello sviluppo e nella sperimentazione di soluzioni basate sull'impiego di tale tecnologia, nel contesto dell'avanzamento parallelo dell'attività internazionale di normativa e di specifica. A marzo del 1993 l'allora CCITT ha rilasciato il primo blocco di Raccomandazioni B-ISDN, finalizzate a costituire il riferimento per la realizzazione di reti ATM permutate. Successivamente l'ETSI-European Telecommunications Standards Institute ha approvato i primi standard europei. Parallelamente è avanzata in modo sensibile l'attività di specifica di vari organismi internazionali, tra cui l'Istituto europeo EURESCOM per la ricerca e gli studi strategici nelle Telecomunicazioni fondato dai gestori europei nel 1991, e

l'ATM Forum, costituito nello stesso anno da 4 fondatori (Adaptive, Cisco, Northern Telecom, US Sprint). Quest'ultimo si è esteso nel giro di pochi anni ad oltre 250 Aziende (manifatturiere, gestori, ecc.) che partecipano in qualità di Principal Member; ad esse si sono sommati oltre 600 Membri, tra Auditing Member e User.

Nel 1993, in diverse parti del mondo, diversi Gestori hanno avviato le prime sperimentazioni sulla base dei sistemi ATM disponibili.

2. Il MoU ATM

Nel 1992 alcuni Gestori europei di TLC, anziché limitarsi a sperimentare la tecnologia ATM attraverso iniziative indipendenti, come in passato accade per l'ISDN, hanno deciso di intraprendere da subito la strada della cooperazione attraverso la realizzazione, nel 1994, di una rete Pilota internazionale nel quadro del *Memorandum of Understanding (MoU) ATM* [1].

In Italia la sperimentazione della tecnologia ATM è stata condotta da Telecom Italia attraverso la realizzazione della rete Pilota ATM nazionale in una logica di piena integrazione tecnico-operativa con la rete Pilota europea e le reti Pilota estere ad essa interconnesse.

*Ingg. Daniela Buttinelli, Bruno Pennestrì, Domenico Serafini
(Telecom Italia)*

CARATTERISTICHE DELLA RETE PILOTA ATM EUROPEA

- **Tipologia multivendor.**
- **Contesto multi-operatore (17 Gestori di 16 Nazioni).**
- **Conformità a Raccomandazioni ITU-T, Standard ETSI, specifiche EURESCOM (disponibili nel 1993).**
- **Utilizzo delle infrastrutture esistenti: 34 Mbit/s PDH, 155 Mbit/s SDH.**
- **Magliatura completa a livello VP (cammino virtuale).**
- **Sperimentazione di servizi a larga banda con Utenza Pilota.**

Il 12 novembre dello stesso anno i cinque principali Gestori europei: BT, Deutsche Telekom AG (allora Deutsche Bundespost Telekom), France Telecom, Telecom Italia (allora STET ed IRI TEL) e Telefonica de Espana, hanno sottoscritto un *Memorandum of Understanding (MoU)* che, di fatto, costituiva la prima formalizzazione per la realizzazione di una rete Pilota ATM europea. Questo accordo è stato annunciato a dicembre 1992 con l'invito agli altri Gestori europei ad aderire all'iniziativa.

Nel corso del 1993, hanno aderito al MoU altri 10 Gestori: Belgacom (Belgio), PTT Telecom Netherland (Olanda), Swiss Telecom PTT (Svizzera), Telecom Finland e ATC Finland (Finlandia), Telia AB (Svezia), Telenor AS (Norvegia), Portugal Telecom (Portogallo), Tele Danmark (Danimarca), Telecom Eireann (Irlanda), Austrian PTT (Austria). A giugno 1995 anche P&T Luxembourg ha aderito al MoU ATM per cui le adesioni alla fine sono state di diciassette Gestori firmatari operanti in sedici Paesi europei.

Secondo gli accordi originari, il MoU ATM si sarebbe dovuto concludere il 31 dicembre 1994. A seguito di due successive proroghe di sei mesi il termine è stato spostato definitivamente al 31 dicembre 1995.

Gli *Obiettivi primari* perseguiti dal MoU ATM sono di seguito elencati:

- realizzare, in un contesto multi-gestore, una rete Pilota ATM permutata (servizio di trasporto basato su un Cammino Virtuale permutato) di tipo multivendor, perseguendo il requisito essenziale della interoperabilità;
- basare la realizzazione della rete Pilota ATM sulle Raccomandazioni ITU, gli Standard ETSI e le specifiche EURESCOM (progetto P105) disponibili;
- valutare la capacità della tecnologia ATM di offrire servizi ed applicazioni a larga banda;
- consentire, sulla rete ATM di estensione europea, la sperimentazione di applicazioni innovative in collaborazione con l'Utenza Pilota.

Sulla base di questi obiettivi è stata avviata una sperimentazione che, sebbene di carattere prevalentemente tecnologico, offriva ai diversi Gestori coinvolti un'opportunità per valutare alcune potenzialità applicative dei servizi a larga banda in tecnica ATM su scala europea [2], [3].

3. La rete Pilota ATM europea

Le prime attività del MoU ATM hanno riguardato la realizzazione, nel corso del primo semestre del 1994, della rete Pilota ATM europea (fig. 1) e la sua attivazione al 1° luglio dello stesso anno con una configurazione iniziale di quindici nodi ATM, divenuti sedici nel settembre 1995 a seguito dell'adesione di P&T Luxembourg.

Coerentemente con gli obiettivi del MoU le principali caratteristiche della rete ATM europea sono:

- a) **Tipologia multivendor:** i sedici permutatori ("cross connect") ATM, uno per ciascun Paese membro del MoU ATM, sono stati selezionati ed acquisiti attraverso bandi di gara nazionali indetti autonomamente dai singoli Gestori. La scelta si è indirizzata sui prodotti di quattro industrie manifatturiere differenti: Alcatel (tecnologia francese e tecnologia belga), Siemens, AT&T, GDC.
- b) **Contesto multi-gestore:** a ciascun Operatore è stato attribuito il compito di gestire uno dei nodi gateway della rete, utilizzandolo come transito internazionale nei riguardi della rete ATM nazionale sperimentale e/o commerciale. Le connessioni internazionali attraverso questi nodi sono instaurate, modificate e rimosse da i rispettivi centri di gestione ATM nazionali secondo una procedura definita e concordata dai membri del MoU ATM (come indicato nel successivo par. 4.3). Tutti gli aspetti di coordinamento, tecnici, operativi e legali relativi alla realizzazione, alla gestione ed all'utilizzo della rete sono stati curati da specifici Gruppi di lavoro permanenti (APCG-ATM Pilot Coordination Group, TWG-Technical Working Group, OWG-Operational Working Group, PUCP-Pilot User Contact Point, AWG-Administrative Working Group, PWG-Performance Working Group, Gruppo tecnico per la specifica dell'interfaccia "Xcoop" tra centri di gestione ATM) e temporanei (ad es.: gruppi per la specifica dei Benchmark Service, *IWG-Interoperability Working Group*), costituiti da delegati di tutti o di parte dei Gestori membri.
- c) **Conformità dei sistemi permutatori ATM alle Raccomandazioni ITU ('93), agli Standard ETSI ed alle Specifiche EURESCOM P105.**

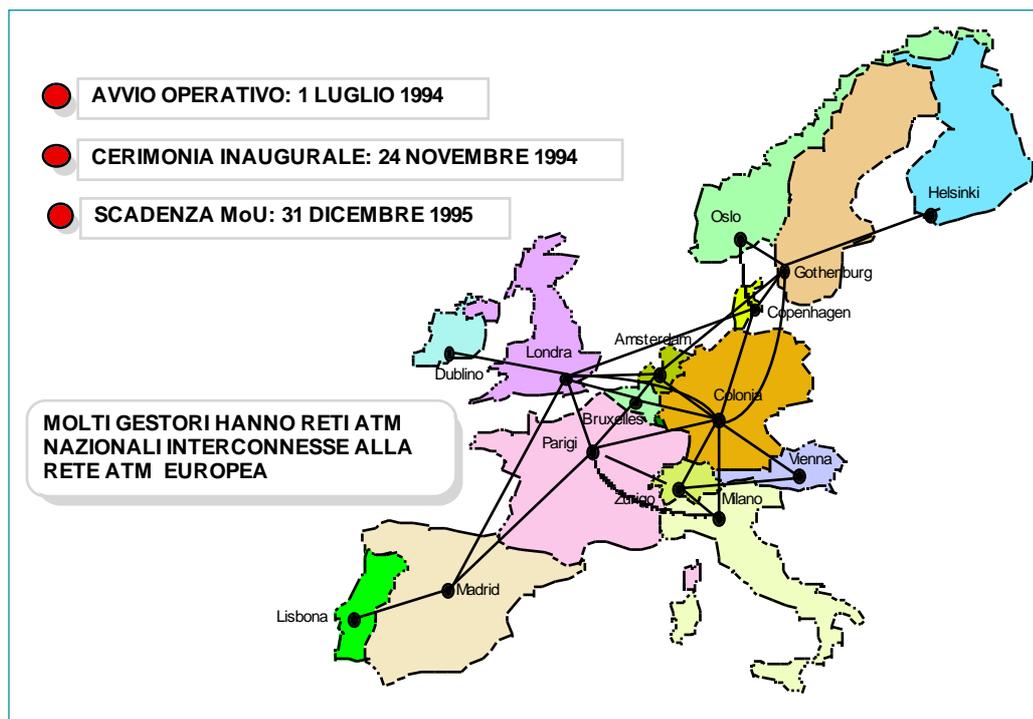


Figura 1 La rete Pilota ATM europea (luglio 1994).

- d) Interconnessione dei nodi tramite flussi (internazionali) *ad alta capacità basati sulle infrastrutture transmissive esistenti* prevalentemente mediante sistema plesiocrono PDH 34 Mbit/s e, quando possibile, mediante sistema sincrono SDH 155 Mbit/s.
- e) Magliatura completa a livello di cammini virtuali VP - *Virtual Path*: è possibile instaurare una connessione ATM VP attraverso due qualsiasi dei sedici nodi della rete.

Considerato lo stato dell'arte delle prestazioni offerte dai nodi ATM per la rete pubblica, disponibili al momento della loro acquisizione (1° semestre 1994), la rete ATM europea che ne è derivata risulta dotata delle seguenti funzionalità di base, sottointese come a quelle disponibili nei vari nodi della rete:

- connettività ATM punto-punto;
- permutazione di cammini virtuali VP;
- trasporto ATM basato sul controllo e l'allocazione della banda *a livello di picco (DBR - Deterministic Bit Rate* secondo l'attuale terminologia ITU);
- funzionalità OAM minime (*AIS - Alarm Indication Signal* e *RDI - Remote Defect Indication*).

La rete doveva, inoltre, consentire la sperimentazione di un gruppo di quattro servizi ("Benchmark Service"):

- servizio sperimentale VP Bearer Service (servizio portante ATM su base permutata con accesso PDH a 34 Mbit/s o SDH a 155 Mbit/s);
- CBDS/SMDs (servizio dati a pacchetto di tipo "connectionless" con velocità fino a 25 Mbit/s);
- circuit emulation (emulazione di circuito in accordo con le Racc. ITU G.703 e G.703/G.704);
- Frame Relay (servizio dati a pacchetto di tipo connection-oriented).

Allo scopo di ridurre o, possibilmente, di evitare il rischio di possibili problemi di interoperabilità tra i diversi Gestori, la definizione dei Benchmark Service è stata curata da specifici Gruppi di lavoro ("Benchmark Service Groups", settembre '93 - marzo '94) costituiti come parte integrante dei Gruppi tecnico (TWG) ed operativo (OWG) del Pilota ATM europeo.

Ai singoli Gestori membri è stata lasciata piena libertà di decidere su quali dei suddetti servizi articolare l'attività sperimentale e

con quali apparati (d'accesso e server) attuarla.

Allo stesso tempo è stata avviata un'accurata selezione degli Utenti Pilota, condotta coordinando a livello europeo, sulla base dei singoli progetti sperimentali proposti, le selezioni già attuate da ciascun Gestore nei rispettivi ambiti nazionali.

Questa attività ha consentito, a partire da luglio 1994 e nell'arco dei diciotto mesi che sono seguiti fino alla scadenza del MoU ATM, di connettere la rete Pilota ATM, attraverso le reti ATM nazionali dei Gestori membri, a circa 160 siti di Utenti appartenenti alle seguenti categorie:

- Laboratori dei gestori (es.: CSELT, CNET, DeTeBerkom, BT labs, Telefonica I+D).
- Enti pubblici di ricerca (es.: INFN/GARR, RENATER, SUPERJANET, DFN).
- Partner di Progetti di sperimentazione finanziati dalla Commissione Europea, ad es.: programmi ESPRIT, RACE, TEN-IBC. In questa categoria sono compresi numerosi Utenti Pilota tra cui Università, Aziende manifatturiere (ad es.: Italtel, Alenia Spazio, SEAT), Centri di progettazione (ad es.: Italdesign), Aziende operanti nel campo dell'Information Technology.
- Aziende multinazionali (ad es.: Hewlett Packard, Compagnia aerea SAS).

Gli Utenti Pilota hanno partecipato alla sperimentazione, sulla rete ATM europea, con un centinaio di applicazioni basate su prodotti hardware e software sperimentali e/o commerciali.

L'assetto operativo della rete Pilota ATM europea è stato definito affidando a ciascun Gestore la responsabilità della porzione di rete nazionale (attivazione, esercizio e manutenzione della tratta nazionale dei flussi internazionali; installazione, collaudo, esercizio

e manutenzione del nodo ATM internazionale). In particolare, ciascun Gestore ha controllato le permutazioni sul nodo ATM internazionale per gli aspetti relativi all'attivazione delle singole connessioni internazionali (in transito, entranti o uscenti dal Paese).

Il trattamento delle connessioni ATM internazionali è stato articolato secondo le seguenti procedure:

Procedura TFD (Technical Framework Document). I Gestori hanno utilizzato questa procedura per concordare fra loro una pre-autorizzazione alle connessioni internazionali richieste dagli Utenti Pilota coinvolti in un determinato progetto di sperimentazione sulla rete ATM europea. Questa procedura è propedeutica alla procedura di connessione.

Procedura di connessione. Questa procedura, basata sullo scambio di moduli via fax, permette ai centri operativi ATM nazionali di effettuare la prenotazione, la modifica o il rilascio anticipato di una o più connessioni ATM attraverso due o più Paesi. La procedura comporta la verifica di disponibilità, in ambito sia nazionale sia internazionale, delle risorse di rete da impiegare per le connessioni ed un'interazione con gli Utenti originante e destinatario della richiesta delle connessioni stesse. Nel corso del 1996 sarà sperimentata l'interfaccia *Xcoop* tra centri di gestione ATM nazionali, basata sul trasferimento automatico delle richieste che, a regime, sostituirà l'attuale procedura.

Attivazione della connessione. Ogni Gestore attiva la tratta nazionale della connessione internazionale secondo i parametri stabiliti nel corso della procedura di connessione.

Gestione dei disservizi. I centri operativi ATM nazionali interagiscono tra loro per localizzare e risolvere eventuali anomalie manifestatesi sulle connessioni.

4. La rete Pilota ATM italiana

Alla fine del 1992, in concomitanza con la firma del MoU ATM, l'Area rete dell'ex SIP avviò in ambito italiano il progetto relativo alla rete Pilota ATM.

Nel corso del 1993 furono definiti i requisiti tecnico-funzionali dei permutatori ATM (specifiche funzionali), fu comunicato ai Costruttori il bando di gara per l'acquisizione di questi apparati e fu effettuata la scelta.

Nel corso del primo semestre del 1994, in pieno sincronismo con i tempi di realizzazione della rete Pilota ATM europea, venne approntata la rete Pilota ATM nazionale, costituita inizialmente da tre permutatori ATM (vedi fig. 2): due nodi Alcatel (tecnologia A1000AS) ed un nodo (tecnologia Ericsson EA-BR, successivamente chiamata EBS dal Costruttore, vedi fig. 3).

Questi permutatori furono installati, rispettivamente, nei seguenti siti:

- centrale ex-IRITEL di Milano Turro, con funzio-

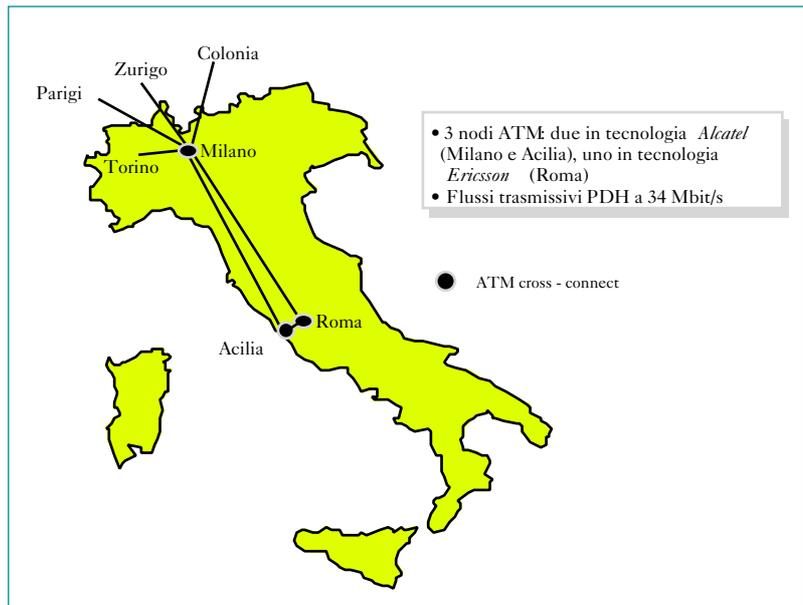


Figura 2 La rete Pilota ATM nazionale (giugno 1994).

- ne di gateway verso la rete Pilota europea;
- centrale ex-ITALCABLE di Acilia;
- centrale ex-SIP di Roma Inviolatella.

Il collegamento tra i nodi è stato realizzato mediante flussi trasmissivi di tipo asincrono PDH a 34 Mbit/s. La stessa tipologia di flusso è stata utilizzata per collegare il nodo di Milano con quelli di Parigi (con due flussi a 34 Mbit/s), Zurigo (con un flusso a 34 Mbit/s) e Colonia (con un flusso a 34 Mbit/s).

Ultimati il collaudo dei nodi e l'attivazione dei flussi internodali nazionali ed internazionali, furono completate con successo le prove di interoperabilità, a livello di trasporto fisico ed ATM, tra i nodi nazionali e quelli tra il nodo di Milano ed i gateway europei di-



Figura 3 Il sistema ATM Ericsson EBS presso la centrale di Roma Inviolatella.

rettamente collegati.

Parallelamente furono collaudate le procedure di connessione ATM internazionali, basate sullo scambio via fax di moduli predefiniti tra i centri di gestione nazionali dei diversi Gestori membri.

Per quanto concerne la gestione della rete e del servizio, in una prima fase, i terminali di operatore di tutti i nodi furono duplicati e remotizzati nella sede di Roma Inviolatella, in modo da centralizzarne il controllo. Alla fine del 1994 fu attivato, un database finalizzato alla gestione delle risorse di rete e delle prenotazioni delle connessioni denominato, "Aladino", secondo le modalità previste nel servizio portante sperimentale europeo. Il sistema, funzionante in configurazione stand-alone, fu inserito in via provvisoria, in attesa che fossero completati lo sviluppo e la messa in esercizio del sistema di gestione della rete "ATM Network Manager" (specificato dalla Ricerca e Sviluppo della SIP in collaborazione con CSELT e Telesoft che ne ha curato anche lo sviluppo) ed il rilascio da parte dei vari costruttori delle interfacce Q3 sui nodi ATM della rete.

Nel corso del 1995 fu realizzato un primo ampliamento della rete ATM con l'introduzione di due nodi a Torino e Bologna e, conseguentemente, fu adeguata l'infrastruttura trasmissiva. La rete Pilota fu inoltre collegata alla MAN Toscana ed al nodo sperimentale ATM di Napoli, realizzato nell'ambito del Progetto Finalizzato Telecomunicazioni (fig. 4).

5. Servizio di cammino virtuale (VP) fornito dalla Rete ATM nazionale

Le comunicazioni virtuali ATM possono essere distinte in comunicazioni del tipo "cammino virtuale" (virtual path) e comunicazioni del tipo "canale virtuale" (virtual channel). L'etichetta della cella ATM contiene due campi che svolgono le funzioni del trasporto degli identificativi di cammino e di canale virtuale. In corrispondenza di una determinata interfaccia, l'insieme dei canali virtuali costituisce un cammino virtuale che può essere multiplato su un collegamento fisico con altri cammini virtuali compatibilmente con la capacità del sistema trasmissivo [4], [5].

In accordo con la normativa, le caratteristiche di traffico associate ad una connessione ATM prevedono un "descrittore di traffico" della connessione (banda di picco), una tolleranza alla variazione del ritardo di cella (tolleranza rispetto al tempo di interarrivo tra celle dichiarato), una Qualità del Servizio della connessione (valori di parametri quali probabilità di perdita di cella, ritardo di cella).

Con riferimento allo standard ETSI, nel MoU ATM è stato specificato il servizio "Virtual Path" (cammino virtuale). In ambito nazionale è stato offerto per ora questo servizio, mentre l'avvio del servizio a livello di "Virtual Channel" (canale virtuale) è previsto nell'anno in corso.

Il servizio di cammino virtuale (VP) nella rete Pilota italiana, nel rispetto dello standard ETSI, è fornito con le seguenti caratteristiche:

- configurazione punto-punto (comunicazione tra due sole sorgenti);

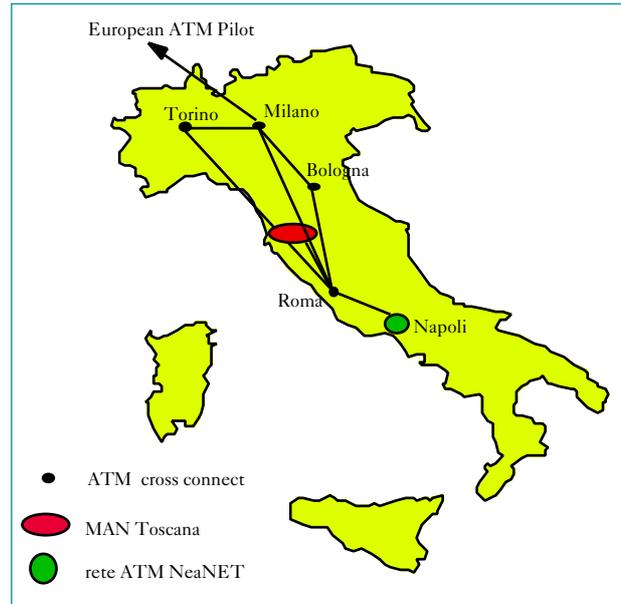


Figura 4 La rete Pilota ATM nazionale (dicembre 1995).

- con simmetria bidirezionale o asimmetrica: è possibile specificare un valore di banda di picco anche diverso nelle due direzioni di traffico; in particolare, ponendo la banda a zero in una direzione, si stabiliscono comunicazioni unidirezionali;
- con modalità permanente o su prenotazione, periodica o non periodica (fig. 5).

La fornitura del servizio di cammino o di canale virtuale si realizza mediante l'esecuzione di tre procedure, *procedura di sottoscrizione, di registrazione, di attivazione* che richiedono l'interazione di entità relative a chi usufruisce del servizio e di chi lo fornisce: il *cliente*, entità che sottoscrive il servizio; gli *utenti*, entità afferenti ad un cliente e che sono gli utilizzatori del servizio; il *manager*, entità nominata dal cliente in fase di sottoscrizione ed autorizzata ad eseguire per suo conto le operazioni di gestione del servizio; il *gestore di rete* che, a seguito di richieste inoltrate dai manager per conto degli utenti, realizza il meccanismo di prenotazione delle connessioni, delle quali cura l'instaurazione, il rilascio e la modifica dei parametri.

Quando il cliente redige il contratto per stabilire le

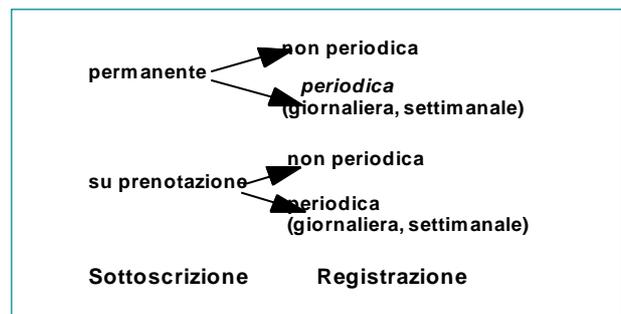


Figura 5 Servizio di cammino virtuale (VP) fornito dalla rete ATM nazionale.

condizioni del servizio (tra cui la fase di fornitura del servizio) si attua la procedura di sottoscrizione.

Allorché l'utente finale, tramite il manager, effettua la prenotazione del servizio si utilizza la procedura di registrazione, con la quale sono indicati ulteriori parametri relativi al servizio, tra i quali il periodo di validità di una *istanza* del servizio. Questa richiesta consiste nella individuazione di *intervalli di attivazione*, eventualmente non adiacenti, che corrispondono ad intervalli di tempo durante i quali alla connessione virtuale corrispondente alla istanza di servizio è assegnato un valore di banda non nullo. L'istanza di servizio può prevedere naturalmente un unico intervallo di attivazione.

Infine per la realizzazione effettiva della connessione necessaria a fornire il servizio, si impiega la procedura di attivazione. Con la *modalità permanente* il cliente usufruisce di una unica istanza di servizio la cui registrazione avviene durante la sottoscrizione della fornitura del servizio; nella *modalità su prenotazione*, invece, dopo la fase di sottoscrizione è data la possibilità al manager di avanzare richieste di registrazione di istanze di servizio. In entrambi i casi il servizio offerto può essere di tipo non periodico (l'istanza di servizio prevede un unico intervallo di attivazione) oppure uno di tipo periodico. Un'istanza di servizio periodica è composta da una sequenza di intervalli di attivazione di connessione, adiacenti o no; i valori di banda di picco e di Qualità di Servizio in ciascun intervallo di attivazione possono essere differenti.

La sequenza di intervalli di attivazione può essere definita su base giornaliera e su base settimanale ed è ripetuta secondo la periodicità richiesta per la durata o della sottoscrizione o della registrazione.

La scelta del numero di intervalli di attivazione che si possono richiedere su base giornaliera è stato fissato in ambito MoU ATM pari a quattro. Su base settimanale il numero massimo di intervalli di attivazione risulta invece di ventotto.

Per la mancata disponibilità negli apparati di permutazione di prima fase delle funzioni che permettono il cambio di banda su connessioni già attive, nel caso di finestre adiacenti si ha un'interruzione del ser-

vizio. I diversi intervalli di attivazione sono perciò trattati, ai fini dell'allocazione delle risorse, come connessioni distinte.

Il servizio portante VP è stato offerto agli Utenti Pilota mediante interfaccia UNI (User Network Interface) ATM a 34 Mbit/s conforme alle Racc. ITU G.703, G.804, G.832, I.361. Nella maggior parte dei casi, l'accesso trasmissivo a 34 Mbit/s nella sede del cliente, appartenente alla categoria TOP 500, è stato assicurato tramite SAF (Sistema ad Accesso Flessibile).

Considerando che dei 53 bytes della cella, 48 bytes trasportano contenuto informativo, che il fattore di carico sui porti di ingresso/uscita consigliato dai costruttori di apparati ATM della rete è pari all'80%, che la capacità di trasferimento disponibile in rete è di tipo DBR (Deterministic Bit Rate), la somma delle banda di picco allocabili a connessioni virtuali ATM contemporaneamente attive su tale interfaccia non supera i 25 Mbit/s.

6. Gestione della Rete ATM

6.1 Architettura della rete di gestione

Le funzionalità degli apparati di permutazione sono controllate mediante un sistema proprietario *Element Manager (EM)* che costituisce il sistema locale di gestione del nodo inteso come *Network Element (NE)*. Per limitare la lentezza e l'improponibilità di una gestione manuale degli apparati è stato realizzato un centro di gestione della rete indicato come *Network Manager (NM)* in grado di disporre di una visione centralizzata della rete in termini di risorse e di effettuare in modo automatico operazioni quali (ad esempio) la configurazione, l'attivazione, il reinstradamento delle connessioni. [6].

Il centro NM è collegato ai vari NE tramite l'interfaccia *standard Q3* che è utilizzata in termini di informazioni di gestione da scambiare (*modello informativo dei dati di gestione*) e di modalità di scambio di messaggi (*protocolli*). Per quanto riguarda il modello informativo, il centro NM ed i nodi NE realizzano in maniera

SISTEMA DI GESTIONE DELLA RETE ATM NAZIONALE

- Sistema specificato da Telecom Italia.
- Primo esempio in Europa e, per quanto a conoscenza, nel Mondo di sistema di gestione di rete ATM multivendor basato su interfaccia standard Q3.
- Visione centralizzata della rete ATM in termini di risorse controllate (nodi, porte, connessioni,...).
- Memorizzazione del profilo amministrativo dei clienti e prenotazione delle connessioni su un arco temporale di sei mesi.
- Operazioni di configurazione, attivazione, instradamento e reinstradamento delle connessioni eseguite in modo automatico.

conforme (a meno di lievi modifiche introdotte da Telecom Italia) il documento ETSI: ETS DE/NA-52210 (Aprile '94) [7]. Per quanto riguarda i protocolli, essi rispondono ai requisiti previsti per l'interfaccia Q3, il CMIP [8].

I costruttori dei permutatori hanno sviluppato dei sistemi *Mediation Device (MD)* che convertono i protocolli ed i dati in formato proprietario, in protocolli e in dati con un formato unico specificato da Telecom Italia (fig. 6).

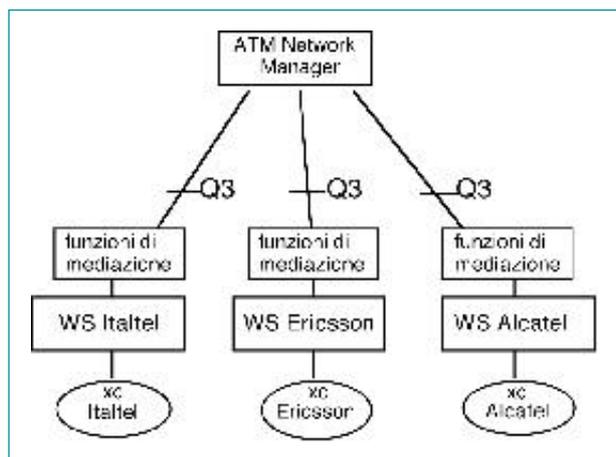


Figura 6 Architettura logica del sistema di gestione.

Per quanto riguarda i protocolli fino al livello di rete della pila OSI, gli apparati utilizzano la rete *CDN (Circuiti Diretti Numerici)* a 64 Kbit/s ed instradamenti (routers) per collegamenti sulla rete geografica. Per garantire una maggiore affidabilità, sia le linee che i routers sono duplicati (fig. 7).

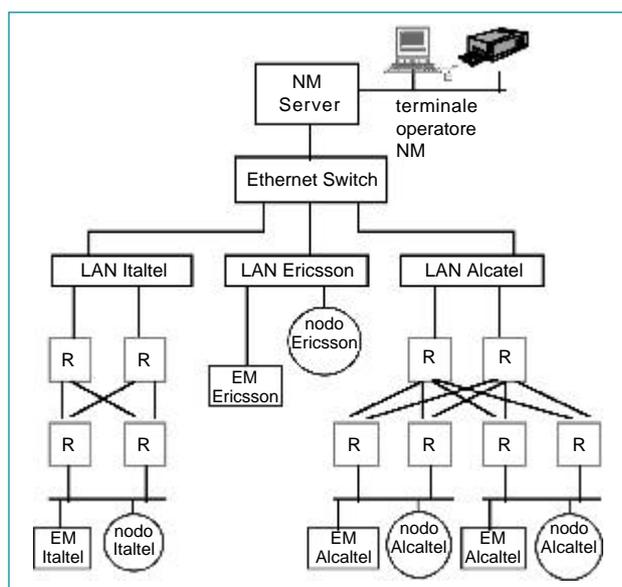


Figura 7 Architettura fisica del sistema di gestione.

6.2 Gestione della rete

Sul data base di configurazione della rete operano naturalmente le funzioni che permettono la *configurazione*. Nel data base di rete è descritta la topologia della rete nazionale, in termini di nodi, porte ATM, linee di trasmissione, e la sua struttura logica, in termini di banda disponibile sulle porte ATM e di connessioni attive. E' contenuta inoltre la descrizione della topologia della rete europea in termini di interconnessioni tra nodi aventi il ruolo di gateway internazionale (fig. 8).

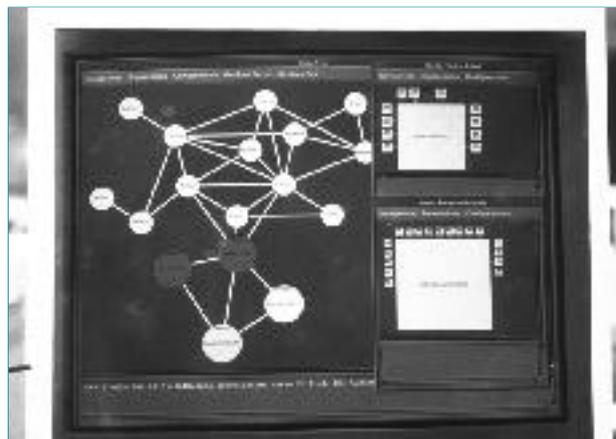


Figura 8 Rappresentazione video del sistema di gestione relativa alla configurazione di rete.

Particolare importanza assumono gli oggetti: porta, nodo in termini di risorse fisiche, connessioni in termini di risorse logiche; a questi oggetti è associato uno stato operativo (attivato/non attivato) ed amministrativo (bloccato/non bloccato). Una variazione di stato (operazionale e/o amministrativo) in uno dei suddetti oggetti è notificata in tempo reale al centro NM da parte degli NE e comporta un aggiornamento del database di rete. Questo permette in ogni momento al centro NM di conoscere la situazione delle reali risorse disponibili in rete e conseguentemente di prendere gli opportuni provvedimenti sul servizio offerto.

La gestione degli *allarmi* è prevista che sia disponibile sul centro NM per la fine del corrente anno e consiste nella raccolta di allarmi dal livello fisico al livello del cammino virtuale (VP): livello trasmissivo: allarmi sui sistemi trasmissivi asincroni PDH e sincroni SDH, perdita di allineamento di cella; livello ATM: superamento delle soglie sui parametri celle errate e scartate per errori sull'etichetta, celle non allocate, celle scartate dalla funzione di policing⁽¹⁾; livello VP: superamento delle soglie sul parametro celle scartate dalla funzione di policing.

E' stata predisposta l'introduzione delle funzionalità di raccolta dei *dati di traffico* e *di misura* per la rete

(1) La funzionalità di strategie di assegnazione del controllo del traffico (policing) sono quelle incaricate di controllare la conformità del traffico inviato dall'utente rispetto a quello dichiarato (banda di picco).

sul Network Manager (NM) per fine '96 e consisterà in: misure di livello ATM, celle errate/scartate per errori sull'header (etichetta), celle non allocate, celle scartate dalla funzione di policing, celle entranti, celle uscenti; misure di livello VP: celle scartate dalla funzione di policing, celle entranti, celle uscenti.

Non è previsto sul NM almeno a breve termine, la raccolta di *dati per tariffazione* per l'indisponibilità nei sistemi controllati di funzionalità corrispondenti.

6.3 Gestione del servizio

Il centro di gestione NM è in grado di gestire il servizio ATM cammino virtuale (VP) attraverso le fasi di sottoscrizione, registrazione, attivazione o disattivazione. La gestione della fase di sottoscrizione si svolge attraverso la memorizzazione dei dati di sottoscrizione del contratto di fornitura tra Cliente e Gestore tra cui le condizioni del servizio quali fase di fornitura, utenti, manager.

La gestione della fase di registrazione implica sia funzioni di tipo amministrativo, quali l'immissione dei dati di registrazione e la verifica di compatibilità della registrazione con i profili cliente/utente, sia funzionalità di rete quali la generazione degli instradamenti e l'accettazione in base alle risorse disponibili.

In particolare nei dati relativi alla registrazione delle caratteristiche di traffico di una connessione non è gestito il parametro massima tolleranza alla variazione del ritardo di cella (disponibile sugli apparati e quindi sul centro NM per la fine del corrente anno), né sono considerati i parametri relativi alla Qualità del Servizio per l'indisponibilità degli stessi sugli apparati.

L'analisi dell'instradamento avviene in base al principio di minor numero di nodi attraversati e del massimo riempimento delle giunzioni lungo ciascuna tratta. L'accettazione di un certo instradamento implica la verifica di risorse sulle porte di ingresso e di uscita dei nodi e delle giunzioni da esso coinvolte in funzione della banda di picco dichiarata nella registrazione, della verifica di disponibilità sia di identificativi virtuali VPI sia dell'utente partecipante. Una volta che la funzione di accettazione dà un risultato positivo, è aggiornato il database di rete per la prenotazione delle risorse.

Al momento dell'attivazione di una istanza di registrazione la configurazione di rete può essere mutata a seguito della rimozione di una prenotazione oppure dell'insorgenza di un guasto segnalato da un nodo NE o ancora dell'aggiornamento del data base di rete per l'inserimento di nuove risorse (porte, nodi, linee trasmissive).

In questi casi il centro NM avvia un meccanismo di reinstradamento dell'istanza di registrazione già prenotata per tenere conto di una possibile nuova configurazione di rete; questa operazione consiste nella ricerca di un nuovo instradamento. Nel caso in cui il nuovo instradamento trovato risulti essere migliore, esso è impiegato per l'attivazione; nel caso in cui il nuovo instradamento non sia chiaramente migliore e comunque sia l'unico possibile, esso è proposto all'operatore, che può accettarlo o ritardare l'istanza di inizio della connessione.

Infine il centro NM invia gli opportuni comandi ai

nodi interessati dall'istanza di registrazione per instaurare le connessioni sui singoli nodi secondo i parametri previsti dal profilo di registrazione ed aggiorna la base dati delle connessioni in base all'esito dei comandi inviati verso i nodi stessi.

7. Conclusioni

Nel corso del biennio 1994-95 l'introduzione e l'utilizzo della tecnologia ATM da parte di Telecom Italia è stato orientato alla realizzazione di una piattaforma di rete in grado di consentire la sperimentazione nazionale e paneuropea su ATM di servizi ed applicazioni ad alta velocità. Oltre ad alcuni servizi tradizionali, quali SMDS e circuito a 2 Mbit/s G.703 (emulato su ATM), è stato sperimentato il servizio portante di cammino virtuale in tecnica ATM. La peculiare flessibilità di tale servizio e l'utilizzo di una rete multivendor hanno fatto nascere presso i diversi Gestori Europei coinvolti nella sperimentazione, la necessità di approntare appropriate procedure gestionali. Telecom Italia ha approntato la gestione di tale servizio integrandola nel suo sistema di gestione ATM Network Manager, primo esempio in Europa e forse al Mondo, di sistema di gestione di rete ATM multivendor basato su interfaccia standard Q3. In un articolo successivo saranno presentati i principali risultati della sperimentazione e le iniziative intraprese da Telecom Italia in ambito nazionale ed europeo. [9]

Bibliografia

- [1] MoU ATM, Memorandum of Understanding. 1992.
- [2] Pennestrì, B.; Verzari, C.: *Rete Pilota ATM: rapporto finale sulle attività di sperimentazione (luglio '94-dicembre '95)*. Febbraio '96.
- [3] Fioretto, G.: *La standardizzazione nelle telecomunicazioni*. Su questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».
- [4] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM - Aspetti generali*. Su questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».
- [5] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM - Aspetti di rete*. Su questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».
- [6] Baldisseri, S.; Buttinelli, D.; De Giovanni, L.; Vittori, P.: *Specifiche per il Centro di Gestione della rete Pilota ATM Nazionale*. Maggio '94.
- [7] Telesoft ST-TM-A3-02, Progetto Network Manager ATM, Specifica del modello informativo all'interfaccia NM-NE. Luglio '94.
- [8] Telesoft ST-TM-A3-01, Progetto Network Manager ATM, Specifica dell'interfaccia NM-NE. Luglio '94.
- [9] Buttinelli, D.; Pennestrì, B.; Serafini D.: *Primi risultati in campo sulla rete ATM*. In corso di pubblicazione su «Notiziario Tecnico Telecom Italia».

Analisi dei risultati del questionario sul “Notiziario Tecnico Telecom Italia”

A. BAIOCCHI

Qui di seguito è presentato un breve resoconto sulla rilevazione effettuata mediante il “Questionario sul Notiziario Tecnico Telecom Italia”, distribuito in allegato al numero 10 della rivista. Esso è stato distribuito a circa 2500 “potenziali lettori”. Più precisamente, l'insieme degli intervistati comprende 2354 destinatari interni alla Società e 136 esterni.

La prima parte di questo resoconto delinea la tipologia di lettore che emerge dall'elaborazione dei questionari pervenuti in Redazione. La seconda parte riguarda i risultati relativi alle domande contenute nelle Parti 1, 2 e 3 del questionario e sarà pubblicata in un numero successivo del Notiziario.

1. Introduzione

Al 4 aprile 1996⁽¹⁾ sono pervenuti in redazione 240 questionari, pari al 9,64% di quelli inviati. Dei questionari pervenuti in redazione 5 provengono da destinatari esterni a Telecom Italia, mentre 233 sono di origine interna (cfr. Tab. 1). Anche tenendo conto del limitato numero di destinatari esterni alla Società, la risposta dei potenziali lettori esterni è estremamente esigua.

	%	assoluto
In TI	97,09	233
Non in TI	2,08	5
Non risp.	0,83	2
totale	100	240

Tabella 1 Distribuzione ambientale del campione (TI=Telecom Italia).

Nel seguito con il termine “campione” si indica l'insieme dei destinatari che hanno risposto.

Ing. Andrea Baiocchi (Università La Sapienza - Roma).
Segreteria tecnica del “Notiziario Tecnico Telecom Italia”

Per l'interpretazione dei risultati esposti nel seguito si consideri che, con riferimento alla lista di distribuzione ufficiale, comprendente 2197 destinatari interni, la distribuzione relativa alla sede di lavoro ed al titolo di studio è la seguente:

- 637 destinatari (circa il 29%) svolgono la propria attività nelle varie sedi della Direzione Generale (DG), mentre i rimanenti 1560 (circa il 71%) sono dislocati sul Territorio;
- il 42% circa dei destinatari ufficiali è costituito da laureati, il 56% ha un diploma tecnico, ma non la laurea; il rimanente (poco meno del 2%) non ha né laurea né diploma tecnico.

2. Analisi strutturale del campione

L'analisi strutturale del campione degli intervistati si basa sulle risposte alle domande della Parte 4 del questionario. L'insieme degli intervistati esaurisce l'intero universo dei potenziali lettori interessati all'indagine, in quanto il questionario è stato inviato a tutti i destinatari della rivista. L'interpretazione dei risultati del campione è perciò diretta e non richiede estrapolazioni. L'analisi strutturale serve quindi ad individuare la tipologia del probabile lettore della rivista.

⁽¹⁾ Questa data segue di poco più di un mese il termine previsto per la restituzione (anche a mezzo posta) del questionario. Al 15 maggio sono pervenute in redazione solo altre 9 schede, ininfluenti dal punto di vista statistico.

La Tab. 2 mostra l'ambiente ove il campione risulta aver operato prevalentemente. A parte un numero estremamente esiguo di lettori che affermano di aver operato in eguale misura in DG e sul Territorio (quattro) ovvero che non specificano il loro ambito prevalente di lavoro (due), poco più dei 3/4 di coloro che hanno risposto hanno svolto le proprie funzioni prevalentemente sul territorio.

	%	assoluto
DG	16,74	39
Territorio	80,68	188
entrambi	1,72	4
Non risp.	0,86	2
totale	100	233

Tabella 2 *Ambito prevalente di attività del campione interno alla Società.*

Per una corretta interpretazione dei risultati della Tab. 2 si deve considerare che:

- 1) i destinatari della rivista operano oggi per circa il 29% in DG e per il rimanente 71% sul Territorio;
- 2) la domanda cui si riferisce la Tab. 2 chiede di precisare in quale ambito si è prevalentemente operato, non escludendo che il soggetto operi attualmente in un ambito diverso da quello indicato nella risposta.

Ipotizzando però che coloro che hanno operato prevalentemente in DG o sul Territorio siano a tutt'oggi collocati ancora in tali ambiti, ne deriva che circa il 6% dei destinatari appartenenti alla DG hanno restituito il questionario, mentre l'analoga percentuale per il Territorio è circa il 12%. Esiste quindi un rapporto di 1 a 2 tra le risposte dei destinatari della DG rispetto a quelli del Territorio.

Il campione può essere ulteriormente caratterizzato mediante l'analisi dei risultati della Tabella 3 e delle Figure 1÷3, relative all'analisi del tipo di titolo di studio e dell'anzianità di laurea o diploma tecnico. Nel seguito, per brevità, si utilizza il solo termine diploma, sottintendendo il riferimento a diplomi tecnici.

La Fig. 1 mostra come l'anzianità media di chi ha risposto sia piuttosto elevata (assumendo una distribuzione di età uniforme, risulta un'anzianità media di poco più di 20 anni). Questo dato va anche messo in relazione alla

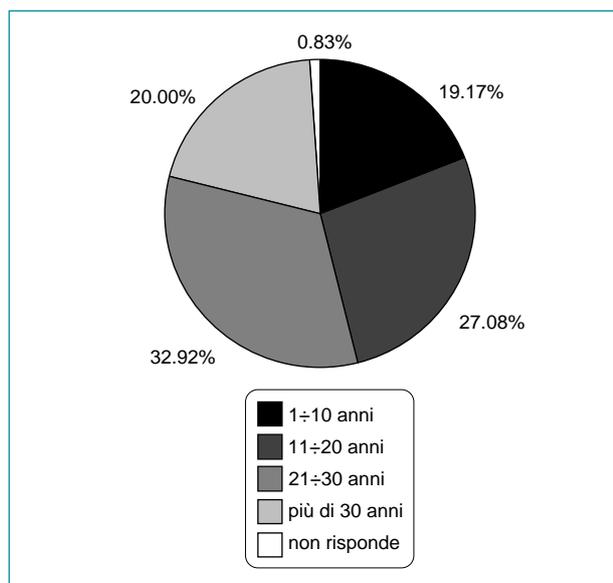


Figura 1 *Distribuzione del numero di anni dalla terminazione degli studi.*

distribuzione del Notiziario. Esso è infatti inviato ai tecnici della Divisione Rete che abbiano almeno la qualifica di quadro. A questa qualifica i diplomati accedono solo dopo una certa permanenza nella Società.

La Tab. 3 mostra nel dettaglio la distribuzione del campione in rapporto al tipo di titolo di studio. Dall'analisi dei risultati della Tab. 3 emergono tre profili nettamente dominanti nella composizione del campione: periti industriali non laureati (poco meno del 56% del totale, ovvero poco più di 1 su 2); laureati in ingegneria senza diploma tecnico (poco più del 25% del totale, ovvero circa 1 su 4); laureati in ingegneria con diploma di perito industriale (6,3% del totale, ovvero circa 1 su 15). Questi tre profili costituiscono poco più dell'87% del campione.

Anche per la Tab. 3, l'interpretazione dei risultati deve essere basata sul raffronto con la distribuzione dell'insieme degli intervistati. A tale scopo conviene aggregare i dati della Tab. 3 e, in particolare, elimina-

Tot. camp. 240 (2 N/R)	Non laureato	Ingegneria	Fisica	altro	Totale
No diploma tecnico	2,52 (6)	25,21 (60)	0,00 (0)	2,94 (7)	30,67 (73)
Perito Industriale	55,89 (133)	6,30 (15)	0,42 (1)	2,52 (6)	65,13 (155)
Geometra	1,68 (4)	0,42 (1)	0,42 (1)	0,42 (1)	2,94 (7)
altro	1,26 (3)	0,00 (0)	0,00 (0)	0,00 (0)	1,26 (3)
Totale	61,35 (146)	31,93 (76)	0,84 (2)	5,88 (14)	100 (238)

Tabella 3 *Distribuzione del titolo di studio (N/R=Non Risponde).*

re la categoria di coloro che hanno contemporaneamente laurea e diploma tecnico come a se stante; si considerano quindi nel seguito i laureati tout court.

Questa aggregazione permette di considerare tre sole categorie di titolo di studio: lauree (38,7%); diplomi tecnici (58,8%); altri (né laurea né diploma tecnico; 2,5%). Il confronto di questi risultati con la distribuzione dei titoli di studio dei destinatari, fornita nel § 1, mostra che: poco meno del 10% dei laureati intervistati ha risposto, contro poco più dell'11% relativo ai diplomati tecnici e quasi il 17% di coloro che non hanno né laurea né diploma tecnico.

L'indicazione che ne deriva è che la distribuzione dei destinatari è sostanzialmente rispecchiata dal campione. Se l'aver risposto al questionario può essere assunto come indice di interesse per la rivista, si può affermare che tale interesse non risulta polarizzato dal titolo di studio, contrariamente a quanto verificato nei riguardi della distribuzione territoriale dei destinatari.

La ripartizione complessiva dei laureati e dei diplomati tecnici rispetto al tipo di titolo di studio conseguito è mostrata nella Fig. 2.

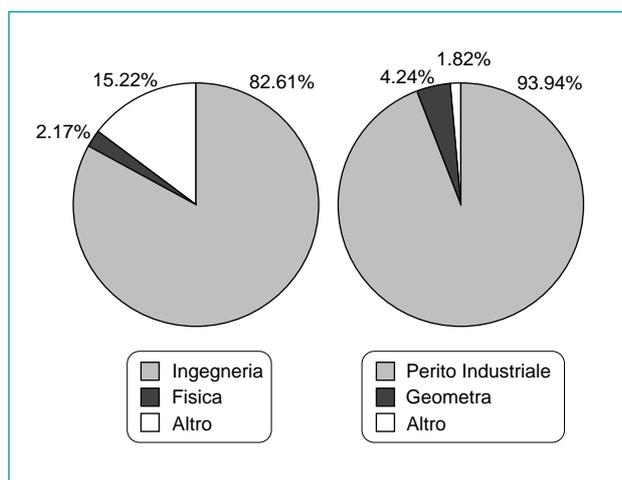


Figura 2 Distribuzione del titolo di studio.

È anche interessante esaminare l'andamento del numero di laureati e diplomati in funzione dell'anzianità del titolo di studio del campione. Questi andamenti sono mostrati nel diagramma a barre in Fig. 3. Questo diagramma mostra come le tipologie di coloro che hanno risposto sono essenzialmente due: laureati "giovani" (anzianità media dalla fine degli studi di circa 12,5 anni); diplomati tecnici "anziani" (anzianità media dalla fine degli studi di circa 25,5 anni).

Proseguendo l'analisi strutturale, risulta che circa l'82% del campione ha seguito almeno un corso di addestramento per neoassunti. Inoltre quasi il 90% del campione (209 su 240) dichiara di avere collaboratori ed occupa perciò posizioni di responsabilità. In particolare, il 78% di coloro che hanno affermato di avere collaboratori (163 su 209) ha solo collaboratori diplomati tecnici. Questo risultato è coerente con il campione: la maggioranza dei destinatari della rivista è

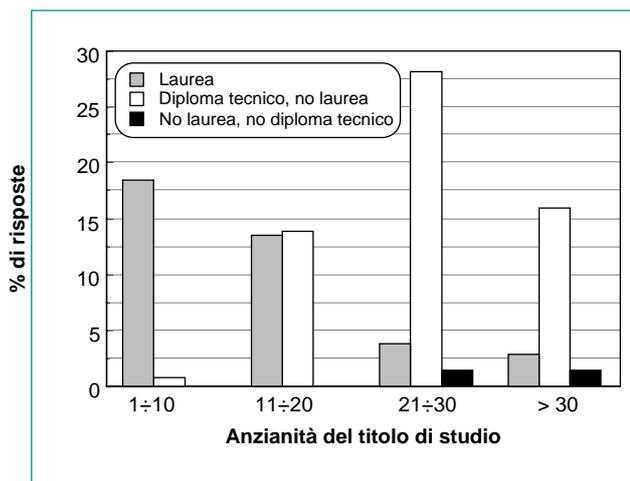


Figura 3 Percentuale di risposte in funzione dell'anzianità di conseguimento del titolo di studio.

composta infatti da diplomati tecnici anziani e da personale (diplomato o laureato) operante prevalentemente sul Territorio.

Infine la Tab. 4 mostra la distribuzione del numero di collaboratori. Si può constatare un consistente numero di destinatari che dichiara di avere più di 20 collaboratori, mentre più della metà ne ha più di 10. Questo conferma ulteriormente che il campione si compone prevalentemente di tecnici con posizioni di significativa responsabilità all'interno della Società.

È infine interessante evidenziare di quali argomenti è stata suggerita la trattazione da parte del campione (risposte alla domanda C della terza parte, che permetteva di indicare fino a tre argomenti).

I lettori che hanno risposto a questo quesito sono stati 86 (quasi il 36% dei lettori che hanno restituito il questionario). Nella maggior parte dei casi le risposte sono state più di una. Complessivamente sono stati suggeriti 75 argomenti diversi. Molte proposte esulano dagli obiettivi della rivista (ad esempio, in due casi è stato richiesto un articolo su nuove strutture organizzative). Da altri lettori sono stati indicati argomenti molto particolari. La Tab. 5 riporta gli otto argomenti che hanno avuto il maggior numero di preferenze.

Pure tenendo presente il numero relativamente modesto di risposte cui la tabella si riferisce, è evi-

	%	assoluto
1÷10	44,98	94
11÷20	30,14	63
più di 20	24,88	52
totale	100	209

Tabella 4 Distribuzione del numero di collaboratori.

dente una esigenza sentita di approfondimento sulle reti a larga banda (tre argomenti sui primi cinque), da diversi punti di vista (protocolli, modo di trasferimento, applicazioni e servizi, multimedialità). Una prima risposta a queste richieste è già contenuta nel presen-

Argomento	%
ATM	30,0
Reti a larga banda e sistemi multimediali	28,0
DECT - Cordless mobility - Wireless LAN	11,0
Qualità trasmissiva; qualità connessione	8,5
ISDN, B-ISDN	8,5
Sistemi di gestione	8,5
Ottica coerente	6,0
Sistemi di TLC via satellite	6,0

Tabella 5 *Elenco degli argomenti più richiesti.*

te numero della rivista, con il quale si avvia un ciclo di articoli sull'ATM.

3. Conclusioni

Sulla base dell'analisi dei risultati presentati, la tipologia del destinatario che ha risposto al questionario si può delineare come segue: si tratta di un diplomato tecnico, con anzianità di titolo di studio piuttosto elevata (per lo più maggiore di 20 anni, spesso sopra i 30) ovvero di un laureato in Ingegneria giovane (con meno di 10 anni di anzianità nel 50% dei casi e meno di 20 in quasi il 90% dei casi), che ha operato prevalentemente sul Territorio (e probabilmente opera ancora fuori della DG, come si evince dalle località di origine di molti dei questionari pervenuti in redazione) e ha una significativa posizione gerarchica, con la responsabilità di un numero di collaboratori tipicamente compreso tra 10 e 20.

In un numero successivo saranno presentate le tabelle dei risultati relativi alle altre domande del questionario.

XV International Switching Symposium (ISS '95)

E. Garetti, S. Giorcelli, R. Melen

L'EDIZIONE 1995 DEL CONGRESSO ISS (INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM) SI È SVOLTA A BERLINO DAL 23 AL 28 APRILE 1995, CON LA PARTECIPAZIONE DI OLTRE 3000 PERSONE PROVENIENTI DA 60 PAESI. SU UN TOTALE DI 583 CONTRIBUTI INVIATI DA 29 PAESI NE SONO STATI ACCETTATI 170 (DI 20 PAESI), DI CUI 96 MEMORIE PRESENTATE NELLE 24 SESSIONI TECNICHE, 58 PRESENTATE NELLE SESSIONI "POSTER" E 16 PUBBLICATE SOLO NEGLI ATTI DEL CONGRESSO. IL 26 APRILE SONO STATE ORGANIZZATE ANCHE 18 VISITE TECNICHE IN PARALLELO.

Gli argomenti principali discussi nell'ISS '95 sono stati i seguenti:

- le prospettive di supporto di comunicazioni multimediali;
- la commutazione ATM (Asynchronous Transfer Mode), sia per quanto riguarda le architetture dei sistemi di commutazione ATM sia per problematiche di rete quali la segnalazione nelle reti ATM e le prospettive di supporto di comunicazioni multimediali;
- le Reti Intelligenti, come prerequisito per la fornitura di servizi e applicazioni di tipo avanzato;
- le problematiche e le prospettive di realizzazione di "reti aperte" in grado di gestire tutti i servizi: dalle telecomunicazioni alle applicazioni informatiche;
- le prospettive di sviluppo dei sistemi di comunicazione mobile, come ad esempio le prospettive future di realizzazione di un sistema universale di telecomunicazioni mobili (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System);
- gli aspetti legati alla gestione di rete e dei servizi;
- gli aspetti di tipo tecnologico relativi alla realizzazione di reti ottiche.

Da parte italiana sono state presentate 10 memorie (5 nelle sessioni tecniche e 5 nelle sessioni "poster"), mentre coautori italiani sono stati presenti in altre 6 memorie presentate da autori stranieri. Inoltre, il Direttore Generale

dello CSELT, Cesare Mossotto, ha presentato una sintesi nella sessione finale del congresso sugli aspetti relativi alle Reti Intelligenti.

Gli autori di riferimento italiani erano provenienti da Telecom Italia per 2 memorie, da CSELT per 4 memorie, da Italtel per 2 memorie e rispettivamente dal Politecnico di Milano e da Etnoteam per le restanti 2 memorie. I contributi italiani sono stati accolti con notevole interesse da parte degli esperti presenti, provenienti dalle più importanti Società di esercizio e manifatturiere di telecomunicazioni in ambito mondiale. In particolare, hanno destato molto interesse le memorie presentate da Telecom Italia, da parte dell'ing. Pietroiusti per quanto riguarda le sperimentazioni di servizi di mobilità locale e di comunicazione personale e da parte dell'ing. Serafini per quanto riguarda la rete pilota ATM. Hanno anche suscitato l'interesse degli specialisti del settore le due memorie "poster" presentate rispettivamente dall'ing. Verri e dall'ing. Collivignarelli dell'Italtel su aspetti realizzativi di strutture di commutazione ATM.

I contributi presentati dallo CSELT hanno riguardato argomenti di ricerca di tipo avanzato (commutazione ottica ATM da parte dell'ing. Cinato, aspetti di controllo dei commutatori ATM da parte del dr. Balboni, ambienti CASE per applicazioni TINA da parte del dr. Moiso), ma anche metodi e strumenti per la qualificazione di sistemi di commutazione e servizi di rete (da parte dell'ing. Pinnola).

Nel seguito, è presentato un breve resoconto degli argomenti emersi nel corso dell'ISS '95, focalizzandosi sull'analisi delle principali tendenze e sull'indicazione di quanto sembra consolidato; non è stato invece considerato quanto sembra ancora oggetto di discussione e anche quello che sarebbe stato interessante trattare nel Congresso.

Un resoconto più approfondito sul Congresso ISS '95 (comprendente sia una versione estesa dei contenuti tecnici del presente contributo sia la sintesi degli aspetti di Rete Intelligente effettuata dall'ing. Mossotto) compare nel Numero Speciale su International Switching Symposium '95 dei Rapporti Tecnici CSELT (volume XXIII - n. 6 - dicembre 1995), nel quale sono anche riportate le 10 memorie con autori CSELT presentate al Congresso.

In generale, si può osservare che l'ISS (nato per discutere e pubblicizzare le innovazioni tecnologiche nel campo della commutazione) fu per lungo tempo dominato dalle industrie manifatturiere, che lo utilizzavano come "ve-

Conferenze

trina" per i loro prodotti; successivamente si accentuò la presenza dei Gestori (che tramite l'enunciazione di strategie e la presentazione dei risultati di sperimentazioni di laboratorio e in campo orientavano gli sviluppi dei costruttori); questa edizione del Congresso ha invece posto in luce un limitato tasso di innovazione tecnologica ed una notevole cautela nella indicazione dei propri orientamenti da parte dei Gestori.

L'ISS '95 si è svolto infatti in una fase di trasformazione dello scenario delle telecomunicazioni, caratterizzato dal processo di liberalizzazione che procede in ogni parte del mondo e da un riposizionamento degli investimenti di ricerca, intesa come strumento competitivo piuttosto che ricerca generale a largo spettro.

Da questo punto di vista, si segnala che alcuni Gestori (ad esempio Deutsche Telekom) vedono la competizione come una minaccia, mentre altri (come Ameritech) hanno maturato una significativa esperienza in ambienti competitivi ed operano ora sia dal punto di vista tecnico sia dal punto di vista strategico per cercare di ottenere il migliore posizionamento in questo contesto. E' stato anche rilevato che NTT ha continuato a presentare contributi molto avanzati di tipo tecnologico e progetti di lungo termine sullo sviluppo dell'infrastruttura di rete, mentre è calato drasticamente il numero e la significatività tecnica dei contributi di Bellcore.

Collegate al tema della competizione, sono le problematiche tecniche relative alle reti aperte, in particolare per quanto riguarda l'apertura delle architetture di Rete Intelligente a "service provider" esterni. Sono stati sottolineati i vari problemi tecnici ancora da risolvere perché questi principi possano essere concretamente realizzati in rete ed è stato sottolineato che questo è un aspetto critico, poiché i "service provider" esterni possono già oggi offrire in modo indipendente nuovi servizi anche in pochi mesi. D'altra parte, l'accesso di terze parti alle funzionalità della Rete Intelligente può essere visto come nuove opportunità di servizio, tenendo comunque presenti le problematiche di sicurezza e di integrità della rete.

Una indicazione emersa in molti contributi è che tali problematiche e, più in generale, la soddisfazione dei nuovi requisiti relativi al controllo delle reti richiedano la transizione verso una architettura software di rete basata sui principi TINA (Telecommunication Information Networking Architecture), che prevedono la separazione fra lo strato di trasporto della re-

te (commutazione e trasmissione) e quello di controllo e trattamento dei servizi (funzionalità di Rete Intelligente e di gestione).

Le due tematiche dominanti nel Congresso sono state il trasferimento dell'informazione con tecnica ATM ed il controllo dei servizi tramite la Rete Intelligente. Un aspetto caratterizzante molti dei contributi presentati all'ISS è stato il crescente interesse per fornire visioni complessive ed integrate delle varie problematiche. In particolare, in vari articoli le due tematiche tecniche dominanti sono state messe in relazione fra loro e con altri aspetti importanti trattati nell'ambito del Congresso, spesso in un'ottica orientata ai principi TINA, come riferimento consolidato per l'evoluzione sia della Rete Intelligente sia delle funzioni di gestione della rete e dei servizi.

Gli articoli relativi a sistemi di commutazione sono stati in grande maggioranza dedicati ad architetture basate su ATM. Il quadro complessivo relativo alle architetture di commutazione di cella non presenta proposte innovative di particolare rilievo, e questa rilevazione può essere considerata positivamente, come indice di una stabilizzazione dell'ATM a livello industriale. Differente è la situazione relativa agli aspetti di controllo e segnalazione, area in cui sarebbe stato interessante poter confrontare direttamente le posizioni dei costruttori tradizionali di apparati per reti pubbliche e dei costruttori di nodi ATM tradizionalmente operanti nel mercato delle reti locali. Tuttavia l'assenza di questi ultimi non ha consentito questo confronto e, più in generale, essa è pesata in misura considerevole sul Congresso nel suo complesso.

Per quel che riguarda gli aspetti di rete, è stata prestata molta attenzione all'inserimento in rete delle nuove tecnologie, in particolare per quel che riguarda la larga banda. Molti contributi sono stati dedicati al tema dell'introduzione della tecnologia ATM nell'ambito della rete telefonica, ma non è stata riscontrata ancora una convergenza verso soluzioni tecniche specifiche.

Il supporto ad applicazioni VOD (Video On Demand) tramite la rete ATM è stato trattato nei suoi aspetti di architettura di rete (valutazioni sull'utilizzo dell'ATM e sulla distribuzione del materiale video nella rete) e di controllo. Per quest'ultimo aspetto sono state presentate soluzioni basate sull'impiego dell'infrastruttura di Rete Intelligente per la fornitura di servizi multimediali ed altre che sottolineano le funzioni della postazione di utente, ridu-

Conferenze

cendo il ruolo delle funzioni di rete dedicate alla raccolta delle richieste da parte degli utenti e di smistamento di tali richieste verso i centri servizio.

Nell'area della mobilità non è stato ancora manifestato un deciso orientamento da parte dei Gestori verso l'introduzione in rete dei concetti PCS (Personal Communication Services), né per specifiche soluzioni tecniche al di là di un supporto basato su Rete Intelligente Avanzata, e cioè applicazione dei concetti e dei protocolli di Rete Intelligente sia per aggiungere funzionalità di gestione della mobilità in ambito locale alle reti fisse, sia per migliorare la flessibilità di servizio delle reti mobili.

Per quel che riguarda le tematiche TMN (Telecommunication Management Network), non sono state presentate novità tecniche di rilievo, ma è stato messo in luce l'avvio della fase in cui sono disponibili le prime esperienze relative all'introduzione in rete di sistemi di gestione conformi agli standard per reti SDH e GSM, ed in parte ATM. La mancanza di analisi relative ai problemi di interlavoro di sistemi di gestione nell'ambito di reti aperte, contrasta però con l'interesse mostrato per tematiche analoghe relative al controllo dei servizi.

Un aspetto, non particolarmente approfondito all'ISS, è stato quello della identificazione di scenari applicativi e dell'analisi di possibili offerte di servizio: infatti anche se, sia la comunicazione personale sia la comunicazione multimediale e i servizi interattivi per utenza residenziale sono stati sempre presenti come riferimento nei vari articoli, l'enfasi è stata principalmente rivolta alle necessità di rete. Altro punto rimasto oscuro nel congresso in quest'area è stata la mancanza di nuove idee sui servizi su rete telefonica, e la scarsità di indicazioni sul successo o no di nuovi servizi introdotti di recente. Le interpretazioni che si possono dare a questa lacuna sono diverse: si può ipotizzare una situazione di voluto riserbo su aspetti aventi un potenziale valore competitivo, oppure presumibilmente si è in presenza di un processo di accettazione più lento del previsto per i nuovi servizi da parte degli utenti.

In conclusione, si può osservare che le industrie manifatturiere (soprattutto Siemens e Alcatel) sono state presenti in maniera notevole dal punto di vista quantitativo, ma che esse non hanno offerto contributi particolarmente interessanti dal punto di vista dell'innovazione tecnologica (probabilmente a causa dei freni sulla ricerca avanzata e della maggiore attenzione posta all'ottimizzazione dei processi in-

terni piuttosto che al miglioramento della qualità di prodotto).

Dal punto di vista dei Gestori il processo di liberalizzazione del mercato ha condizionato molto gli atteggiamenti in merito alle strategie di offerta dei servizi e di sviluppo delle reti; infatti, come è stato già accennato, la sola NTT ha continuato a presentare contributi molto orientati alla tecnologia e progetti di lungo termine (come se la competizione non esistesse o forse per creare un vantaggio competitivo insuperabile sul piano della tecnologia e delle infrastrutture), mentre i Gestori europei, soprattutto Deutsche Telecom ma anche France Telecom, vedono evidentemente la competizione come una minaccia (ad esempio per quanto riguarda i problemi legati all'apertura delle reti); al contrario, i Gestori americani, ad esempio Ameritech, avendo maturato una notevole esperienza in ambienti competitivi stanno lavorando per ottenere un migliore posizionamento in questo contesto, manifestando l'orientamento alle esigenze dei clienti come fattore chiave per lo sviluppo dei nuovi servizi.

Uno degli aspetti più sconcertanti dell'ISS '95 è stata l'assenza totale di costruttori di nodi di commutazione ATM per reti private e la quasi mancanza di contributi da parte delle manifatturiere di tipo informatico, pur in presenza di un notevole interesse per gli aspetti legati alla comunicazione multimediale. Sono stati anche in larga misura trascurati argomenti come l'Internet, la commutazione privata (ATM e non) e l'offerta di servizi a livello internazionale (ad esempio, una sola sessione è stata dedicata alla "Business Communication").

I Comitati preposti all'organizzazione del Congresso hanno già identificato una serie di interventi da attuare per le prossime edizioni nell'ottica di aumentare la rappresentatività degli articoli e di orientare maggiormente le aree di interesse verso gli aspetti di rete. Ad esempio, per l'edizione del 1997 a Toronto lo stesso nome del Congresso sarà cambiato in "ISS - World Telecommunications Congress" per porre in evidenza l'ampliamento del campo di interesse dalla commutazione alle problematiche più generali di rete e di servizio, mentre in termini emblematici l'ISS del 2002 si terrà nella Silicon Valley.

Ing. Enzo Garetti, dott. Silvano Giorcelli - CSELT-Torino; prof. ing. Riccardo Melen - Politecnico di Milano-Milano

XI International Symposium on Subscriber Loops & Services (ISSLS '96)

G. Aureli, A. Conte, C. Mazzetti, G. Roso

L'ISSLS È UNA DELLE PRINCIPALI MANIFESTAZIONI A LIVELLO MONDIALE SUI SERVIZI E SULLE TECNOLOGIE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE. IL SIMPOSIO SI SVOLGE CON PERIODICITÀ BIENNALE E L'ULTIMO, OGGETTO DELLA PRESENTE RELAZIONE, SI È TENUTO A MELBOURNE (AUSTRALIA) DAL 4 AL 9 FEBBRAIO 1996; LA PROSSIMA EDIZIONE (MARZO 1998) SARÀ OSPITATA A VENEZIA. ALLA MANIFESTAZIONE SONO STATE PRESENTATE 53 MEMORIE, SUDDIVISE IN 15 SESSIONI ED HANNO PARTECIPATO CIRCA 400 DELEGATI DA TUTTO IL MONDO.

Gli elementi di novità che hanno caratterizzato questa edizione del simposio, che riflette la generale consapevolezza di dover operare in un ambiente di competizione, possono essere sostanzialmente riassunti in due punti: da un lato è stato osservato il forte impegno per lo sviluppo di reti a larga banda, accompagnato da altrettanta attenzione per i bisogni che potranno essere soddisfatti e sulle prospettive di recupero degli investimenti; d'altro lato è stato rilevato un forte orientamento a favorire lo sviluppo di quelle novità tecnologiche la cui disponibilità potrà creare vantaggi competitivi per i Gestori.

Per quanto riguarda il binomio reti a larga banda ed opportunità di business è apparso con evidenza, da contributi proposti da Gestori (es. France Telecom e USWEST), Università (es. quella di Catalunya in Spagna), Centri di Ricerca (es. il Nomura Research Institute in Giappone) e Costruttori (TRT-Philips in Francia), come gli elevati investimenti in gioco, e la crescente concorrenza nel mercato, determinano l'esigenza di approfondire la conoscenza dei reali bisogni dei consumatori, così da poter definire sia quali sono le soluzioni più adatte per rispondere alla domanda potenziale, sia le strategie più convenienti di diffusione delle innovazioni.

A questo scopo è stato messo in evidenza che il ruolo chiave è giocato dagli esperimenti in campo: solo osservando il reale comportamen-

to di gruppi di consumatori, rappresentativi di tutta la popolazione o di particolari categorie di essa, si possono trarre indicazioni da cui avviare il processo di predisposizione degli impianti. E in questo processo occorre anche prestare attenzione al comportamento di fasce di popolazione che avvertono già oggi bisogni che potranno essere soddisfatti con le tecnologie emergenti (ad es. lo scambio di immagini ad alta definizione tra medici) oppure di fasce di popolazione - come i giovani sedicenni - cui l'offerta di possibilità innovative nel campo della comunicazione, come INTERNET o la multimedialità, stimolano la fantasia per inventare nuovi bisogni.

A fianco delle considerazioni appena esposte, sono presenti anche due aspetti altrettanto rilevanti da considerare: la regolamentazione (quali saranno le regole del gioco per servizi attuali e nuovi nello scenario liberalizzato del dopo '98?) e i criteri su cui basare i "business plan" (cioè come stimare, e mettere in relazione su un certo arco di tempo, gli introiti derivanti dalla domanda ed i costi per realizzare e gestire gli impianti).

Una volta realizzate le reti per servizi a larga banda si manifesteranno infatti problemi operativi in un contesto nuovo, sia per la pluralità dei servizi sia per il livello di interazione tra operatori di rete. Inoltre, l'evoluzione verso nuove architetture di rete può di per sé rappresentare uno dei fattori di riduzione dei costi operativi. Questo fattore deve essere tenuto particolarmente in conto dai Gestori di reti di telecomunicazioni nel momento in cui entrano in competizione con Gestori di reti CATV (Community Antenna TeleVision).

Come accennato all'inizio, il Convegno ha anche offerto una vasta panoramica sugli approcci tecnologici seguiti per la realizzazione di reti di distribuzione innovative.

Gli argomenti affrontati sono molto diversi: dalla descrizione delle strategie adottate da Telstra (il maggior Gestore australiano), per effettuare la posa di una rete HFC (Hybrid Fiber-Coax, reti ibride in fibra ottica e cavo coassiale) che raggiungerà un milione di utenti entro il 1996, alla sperimentazione, effettuata da vari Gestori, delle tecniche di trasmissione a larga banda sia sui doppini in rame esistenti sia su architetture basate sull'HFC.

Tra i contributi riguardanti la realizzazione di reti a larga banda per collegare in tempi brevi un gran numero di utenti è significativa la memoria italiana, che illustra la strategia e le peculiarità tecniche della rete SOCRATE.

Da segnalare poi l'impegno del Giappone nel perseguire una politica di forte sviluppo di reti di distribuzione completamente ottiche (FTTB -Fibre To The Building, fibra all'edificio-). Nella valutazione di soluzioni trasmissive sono stati presentati vari contributi che riguardano l'impiego della tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) su rame (sia su HFC sia su ADSL -Asymmetrical Digital Subscriber Line, tecnica di trasmissione numerica sulle coppie esistenti -) e su fibra. La Siemens ha proposto anche un'architettura di rete d'accesso ATM che risulta indipendente dal mezzo di trasporto impiegato (rame, fibra, radio).

Nel campo delle modalità di realizzazione delle reti un discorso a sé lo meritano le soluzioni radio: i contributi sono stati numerosi (tre sessioni su un totale di quindici; undici memorie su un totale di cinquantatré).

Sostanzialmente sono emersi due messaggi forti: la tecnologia offre la possibilità di realizzare, basandosi su tecniche abbastanza consolidate (LMDS -Local Multipoint Distribution Services- ed MMDS -Microwave Multipoint Distribution Services-), architetture di rete di distribuzione radio per servizi a larga banda anche interattivi oltre che diffusivi. In parallelo è emersa quindi la ormai forte competitività delle soluzioni radio per realizzare reti di distribuzione per il servizio di base; un esempio significativo è quello della sistema prodotto da IONICA, che è stato largamente adottato da Telecom Finland ottenendo prestazioni e costi competitivi rispetto a quelli che caratterizzano le architetture tradizionali.

In complesso quindi il simposio è risultato molto più interessante e vivo dei precedenti ed ha mostrato il grande fermento che esiste oggi sulla rete di accesso e sui servizi, ed ha riflesso la grande attenzione ed il fervore di attività che sono state intraprese a livello mondiale su queste tematiche.

Ing. Guglielmo Aureli, ing. Andrea Conte, ing. Carlo Mazzetti -Telecom Italia DG- Roma; dott. Giovanni Roso -CSELT- Torino

Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-95)

G. Mocerino (1)

1. Introduzione

Dal 23 Ottobre al 17 Novembre 1995 si è svolta a Ginevra, la Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-95).

La preparazione alle Conferenze delle Radiocomunicazioni è coordinata, in ambito europeo, dalla CEPT⁽²⁾ attraverso un Gruppo di Lavoro permanente denominato: Conference Preparatory Group - CPG.

Le proposte dei Paesi aderenti alla CEPT, denominate European Common Proposals - ECP, sono presentate nel loro insieme in quanto esse sono elaborate, esaminate ed approvate da Gruppi di esperti nominati dai Ministeri competenti, nei due anni che precedono lo svolgersi della Conferenza: dopo la riforma del 1992 (Plenipotentiary Conference, 1992), infatti le Conferenze delle Radiocomunicazioni si tengono con cadenza biennale.

(1) Giuseppe Mocerino ha partecipato alla WRC-95 come membro della delegazione italiana in rappresentanza di Telecom Italia.

(2) CEPT - Conferenza Europea delle Amministrazioni Postali e di Telecomunicazioni. Paesi aderenti: Albania, Andorra, Austria, Belgio, Bulgaria, Bosnia ed Erzegovina, Croazia, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, Irlanda, Italia, Lettonia, Liechtenstein, Lituania, Lussemburgo, Malta, ex-Repubblica Jugoslava di Macedonia, Moldavia, Monaco, Olanda, Norvegia, Polonia, Portogallo, Romania, Federazione Russa, San Marino, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Ucraina, Regno Unito di Gran Bretagna ed Irlanda del Nord, Città del Vaticano.

2. Argomenti trattati dalla WRC-95

2.1 Semplificazione del Regolamento Internazionale delle Radiocomunicazioni - (Regolamento Radio, RR)

Le revisioni del Regolamento Internazionale delle Radiocomunicazioni, (sono state otto dal 1979 ad oggi), avevano generato un fenomeno di stratificazione delle varie regole e procedure, creando, di conseguenza, notevoli difficoltà interpretative dei testi che talvolta risultavano in contrasto tra loro.

La WRC-95, in sede di Conferenza dei Plenipotenziari dell'ITU del 1992, aveva ricevuto il mandato di studiare nuove direttive per la gestione dello spettro radio con l'obiettivo di produrre un "nuovo" Regolamento Internazionale delle Radiocomunicazioni con regole più semplici e procedure più flessibili per l'attribuzione, la registrazione ed il coordinamento delle frequenze.

L'obiettivo è stato, per ora, raggiunto solo parzialmente, in quanto la WRC-95, adottando le conclusioni di un Gruppo di Studio, denominato Voluntary Expert Group - VGE, ha ribadito che l'unico principio valido per la gestione dello spettro radio riguarda l'"Attribuzione per SERVIZI", ed ha, in pratica, confermato lo stesso principio sul quale si basava il Regolamento Radio precedente.

Le uniche semplificazioni (o, sarebbe più appropriato dire modifiche) apportate al nuovo Regolamento Radio riguardano l'abolizione del SERVIZIO FISSO AERONAUTICO (AFS) e la sostituzione dello status di "SERVIZIO PERMESSO" con quello di "SERVIZIO PRIMARIO"⁽³⁾.

Inoltre, per snellire la consultazione del Regolamento Radio, è stato soppresso il testo di tutte le Raccomandazioni ITU-R pertinenti, oggi pubblicate per intero nel corpo del Regolamento Radio stesso, pubblicandone solo i riferimenti.

L'introduzione di questo concetto è stato contrastato da alcuni Paesi, i quali hanno ravvisato che, non esistendo nessun atto legale Nazionale per la ratifica delle Raccomandazioni

ITU-R, potrebbe non essere sufficiente, in termini giuridici, la sola citazione di queste Raccomandazioni nel testo nel Regolamento Radio.

Gli atti finali delle Conferenze delle Radiocomunicazioni sono, infatti, ratificati dai singoli Paesi con decreto legislativo; in Italia, ad esempio, il Ministero degli Affari Esteri emana il decreto su proposta del Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni.

2.2 Attribuzione di nuove risorse spettrali ai Servizi Mobili da Satellite (N-GEO MSS⁽⁴⁾) e Servizi Fissi da Satellite (N-GEO FSS⁽⁵⁾) effettuati con satelliti Non-Geostazionari

La questione si presentava complessa e di difficile soluzione ed il lavoro è proceduto attraverso l'attività di un numero elevato di Gruppi di Lavoro e di Commissioni.

Non sono mancate trattative, (anche a livello diplomatico), tra i Paesi Europei e gli Stati Uniti d'America per raggiungere un compromesso soprattutto sulla "spinosa questione", tra l'altro non contenuta nell'ordine del giorno della Conferenza, dell'introduzione del SERVIZIO FISSO DA SATELLITE (FSS) per mezzo di sistemi Non-Geostazionari.

Una panoramica sui Sistemi da Satellite presentati alla Conferenza è riportata nella tab. 1.

Servizio N-GEO MSS e Servizio N-GEO FSS

La Conferenza ha preso le seguenti decisioni sui Servizi Fisso (FSS) e Mobile da Satellite (MSS) effettuati con Satelliti Non-Geostazionari:

- Anticipo all'anno 2000, per l'introduzione del Servizio MSS, (Sistema Mobile da Satellite tipo ICO-P), nella gamma 1980-2200 MHz, a spese del Servizio Fisso, già esistente. In Italia questa decisione riguarda la RAI. Infatti Telecom Italia non ha ponti radio fissi nella gamma di frequenze interessata.
- Procedura per la graduale soppressione, ("phasing out"), del Servizio Fisso (FS) nella gamma dei 2 GHz sopraccitata; con es-

(3) In pratica, in passato, i Servizi PRIMARI e quelli PERMESSI avevano lo stesso diritto; la differenza consisteva nella priorità della scelta delle frequenze data al Servizio Primario durante la stesura dei piani nazionali di ripartizione delle frequenze.

(4) N-GEO MSS Servizio Mobile da Satellite effettuato con sistemi di Satelliti Non-Geostazionari.

(5) N-GEO FSS Servizio Fisso da Satellite effettuato con sistemi di Satelliti Non-Geostazionari.

Conferenze

	<i>IRIDIUM</i>	<i>GLOBALSTAR</i>	<i>ICO-P</i>	<i>ODISSEY</i>	<i>TELEDESIC</i>
<i>Numero di satelliti operativi</i>	66	48	10	12	840
<i>Connessioni inter-satellite & switching a bordo</i>	SI	NO	NO	NO	SI
<i>Servizio</i>	N-GEO MSS (Fonia + dati a bassa velocità)	N-GEO MSS (Fonia + dati a bassa velocità)	N-GEO MSS (Fonia + dati a bassa velocità)	N-GEO MSS (Fonia + dati a bassa velocità)	N-GEO FSS (Servizio dati fino a 34 Mbit/s, estensibile a 1,2 Gbit/s)
<i>Feeder Link (gamme freq.)</i>	18 GHz (S->T) 28 GHz (T->S)	5 GHz (T->S) 7 GHz (S->T)	5 GHz (T->S) 7 GHz (S->T)	18 GHz (S->T) 28 GHz (T->S)	—
<i>Stazioni di terra</i>	100	150-210	12	7	—
<i>Servizio (bande freq.)</i>	1610-1626,5 MHz	1610-1626,5 MHz 2483,5-2500 MHz	1980-2010 MHz 2170-2200 MHz	1610-1626,5 MHz 2483,5-2500 MHz	18,8-19,3 GHz (S->T) 29,3-29,8 GHz (T->S)
<i>Connessioni inter-satellite (gamme freq.)</i>	23 GHz	—	—	—	60 GHz
<i>Lancio Serv.</i>	1998	1999	1999	1999	2002 (?)

Tabella 1 *Panoramica dei sistemi da satellite presentati alla WRC-95.*

sa si prevede, infatti, di far continuare il servizio solo ai ponti radio fissi notificati e posti in esercizio prima del primo gennaio 2000.

Questa decisione comporta la registrazione, presso l'Ufficio di Radiocomunicazioni dell'ITU (BR), a Ginevra, di tutti i collegamenti operanti nella gamma di frequenze dei 2 GHz. Per il momento, come si è già anticipato, a questa decisione è interessata la RAI.

- c) Attribuzioni di risorse spettrali ai Sistemi N-GEO FSS, (servizio Fisso via Satellite effettuato con il Sistema del tipo TELEDESIC), nelle bande di frequenze 18,9 - 19,3 GHz e 28,7 - 29,1 GHz.

Telecom Italia utilizza già queste bande, ed in particolare in maniera diffusa la gamma di frequenze dei 18 GHz⁽⁶⁾, per collegamenti fissi (a 2 Mbit/s; a 34 Mbit/s ed a 140 Mbit/s) e per il Servizio Fisso da Satellite (Geostazionari); essa è, quindi, interessata da questa Decisione. Va, tuttavia, assicurato che per ora non è stata ancora definita una procedura di condivisione della banda tra il Servizio Fisso esistente e quello N-GEO

FSS da introdurre.

L'ITU-R ha ricevuto il mandato di condurre studi di compatibilità tra i servizi suddetti e si prevede che queste decisioni saranno prese in una delle prossime Conferenze.

- d) Attribuzioni di risorse spettrali per i "feeder link" ai sistemi N-GEO MSS, (Collegamenti di connessione e di controllo per il Servizio Mobile da Satellite effettuato con i Sistemi del tipo IRIDIUM, GLOBALSTAR, ODISSEY), nelle gamme di frequenze 5;7;15;18 e 28⁽⁷⁾ GHz.

Telecom Italia ha interesse, come già accennato nel precedente punto c), alle gamme di frequenze 18 e 28 GHz, in quanto i "feeder link" del Servizio N-GEO MSS sono stati previsti nelle bande di frequenze 19,3 - 19,6 GHz e 29,1 - 29,4 GHz.

⁽⁶⁾ In ambito Telecom Italia per gamma a 18 GHz si intende la banda di frequenze 17,7-19,7 GHz.

⁽⁷⁾ In ambito Telecom Italia per gamma a 28 GHz si intende la banda di frequenze 27,7-29,7 GHz.

Conferenze

Questa Decisione favorisce il Sistema IRI-DIUM che utilizza, per il controllo delle orbite dei suoi 66 satelliti, le gamme dei 18 e 28 GHz.

Anche in questo caso è stato chiesto all'ITU-R di condurre studi per definire i criteri di condivisione da approvare in una delle prossime Conferenze.

Infine, come già accennato nei punti precedenti, la Conferenza, attraverso RECOMMENDATIONS e RESOLUTIONS, ha dato un formale incarico all'ITU-R di condurre studi di compatibilità per la verifica della condivisione tra i servizi esistenti (Servizi Terrestri e Servizio Fisso da Satellite Geostazionario) ed i nuovi Servizi introdotti dalla WRC-95, (N-GEO MSS e N-GEO FSS). Questi studi dovrebbero essere conclusi prima della prossima Conferenza delle Radiocomunicazioni, prevista per la fine del 1997.

2.3 Ulteriori Decisioni prese nella Conferenza

Un Gruppo di Studio dell'Assemblea Plenaria ha presentato un rapporto su alcune questioni particolari quali la radiodiffusione -utilizzo delle bande di frequenze HF per il Servizio di Radiodiffusione (BS), sonora e piani di allocazione delle orbite dei satelliti per il Servizio di Radiodiffusione da Satellite (B-SS): Appendice 30 e 30A del Regolamento Radio; inoltre ha preparato l'ordine del giorno per la WRC-97 ed una bozza per la WRC-99, modificabile nel corso della WRC-97.

In particolare la Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni del 1997, (RESOLUTION GT PLEN-3, approvata dalla WRC-95), valuterà i risultati degli studi di compatibilità cui si è già fatto cenno in precedenza, e, inoltre esaminerà:

- 1) la possibilità di cancellare le note del Regolamento Radio riguardanti impieghi specificatamente nazionali (si continua a perseguire come obiettivo primario quello di lasciare nel Regolamento Radio "semplificato" solo note a carattere generale);
- 2) l'esame dell'ancora irrisolta questione relativa all'utilizzo delle bande di frequenze in HF per il Servizio di Radiodiffusione sonora: la WRC-97 dovrà decidere su una nuova procedura di coordinamento, in corso di preparazione in ambito ITU-R;
- 3) la revisione delle Appendici 30 e 30A del Regolamento Radio: dopo il cambiamento dell'assetto della geografia politica mondiale, si è presentata la necessità di per-

Abbreviazioni

AFS	Aeronautical Fixed Service
A-SS	Amateur-Satellite Service
BR	Bureau des Radiocommunications
BS	Broadcasting Service
B-SS	Broadcasting-Satellite Service
CEPT	Conference of European Postal and Telecommunication Administrations
CPG	Conference Preparatory Group
ECP	European Common Proposal
FS	Fixed Service
FSS	Fixed Satellite Service
GT-PLEN	Groupe de Travail - PLENie-re assemblee
HF	High Frequency
ICO-P	Intermediate Circular Orbit-INMARSAT P
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	ITU-Radiocommunications
LEO	Low Earth Orbit
MSS	Mobile Satellite Service
N-GEO	Non -GEOstationary satellite
N-GEO MSS	Mobile Satellite Service via N-GEO
N-GEO FSS	Fixed Satellite Service via N-GEO
RR	Radio Regulations
VGE	Voluntary Expert Group
WRC-95	World Radio Conference 1995
WRC-97	World Radio Conference 1997
WRC-99	World Radio Conference 1999

mettere ai nuovi Paesi di accedere al segmento spaziale. Queste appendici, infatti, fissano, per ciascun Paese, le frequenze (di diffusione e di connessione) e le aree di servizio per il Servizio di Radiodiffusione da Satellite;

- 4) richiesta di identificare nuove bande di frequenze, sopra i 30 GHz, da utilizzare per il Servizio Fisso in aree limitate e con alta densità di impiego.

Per quanto riguarda l'ordine del giorno della WRC-99 è stato proposto di esaminare i seguenti argomenti:

- 1) il Servizio di Radioamatore via Satellite (A-SS);
- 2) la verifica di nuove possibili allocazioni per

Conferenze

- la radiodiffusione sonora in HF nella gamma di frequenze 4-10 MHz;
- 3) la revisione delle canalizzazioni in banda HF utilizzate dal Servizio Mobile Marittimo (MMS) alla luce delle nuove tecnologie numeriche;
 - 4) la definizione di una nuova categoria di orbite, comunemente indicate con il termine: Orbite Quasi-Geostazionarie e studio della regolamentazione per la loro gestione.

Questo elenco di argomenti sarà naturalmente rivisto e completato nel corso della WRC-97.

Un ultimo punto esaminato dalla WRC-95 riguarda la questione relativa ai "Little LEO" (Servizio MSS effettuato con piccoli satelliti N-GEO operanti in gamme di frequenze al di sotto di 1 GHz). Su questo tema non è stato possibile raggiungere un accordo: l'esame della questione è stato, perciò, rinviato alla WRC-97 con la richiesta di esaminare la possibilità di aggiungere altra porzione dello spettro radio al servizio e di stabilire i criteri di co-utenza con i servizi terrestri già esistenti nelle bande di frequenze interessate.

3. Conclusioni

La WRC-95 è stata definita, da qualcuno, la Conferenza dei SISTEMI: si sono riuniti, infatti, rappresentanti di 140 Paesi non per decidere su nuove attribuzioni di SERVIZI, come

previsto dall'ordine del giorno, ma solo per definire lo "spazio" in termini di spettro di frequenze per i nuovi SISTEMI satellitari per alcuni dei quali si nutrono dubbi sulla pratica realizzabilità.

Rimane, comunque, per gli Enti Regolamentari e per i Gestori dei servizi terrestri l'onere di predisporre nuove regolamentazioni tecnico-giuridiche per la condivisione delle risorse spettrali, e, in alcuni casi, quando non è possibile la condivisione di banda per le caratteristiche dei nuovi sistemi, migrare verso gamme di frequenze più alte.

E' importante sottolineare, infine, che le decisioni contenute negli atti finali della Conferenza WRC-95 assumono, in ambito regolamentare, una elevata valenza in quanto, data la dimensione globale del servizio offerto da questi nuovi Sistemi Satellitari, dovrà essere trovata una base giuridica mondiale sulla quale muoversi per offrire "par condicio" a tutte le parti interessate: Gestori vecchi e nuovi, Paesi ad alta densità telefonica e non.

Informazioni più dettagliate sugli Atti Finali della Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni del 1995 (WRC-95) possono essere richieste all'autore della presente nota.

Ing. Giuseppe Mocerino - Telecom Italia DG- Roma

PIU' INTEGRAZIONE CON I CLIENTI

**LA CONVENTION '96
DELLA DIVISIONE RETE
DI TELECOM ITALIA HA VISTO
LA PARTECIPAZIONE DI DIRIGENTI
E TERZI LIVELLI DI STRUTTURA
DELLA DIVISIONE,
OLTRE A NUMEROSI OSPITI
IN RAPPRESENTANZA QUALIFICATA
DELLE DIVISIONI E DELLE
AREE DI TELECOM ITALIA;
HA CHIUSO I LAVORI
L'AMMINISTRATORE DELEGATO,
FRANCESCO CHIRICHIGNO.**



Nella foto da sinistra Giuseppe Gerarduzzi, Francesco Chirichigno, Domenico Capolongo e Ulderico Capucci

Un elemento di forte innovazione ha caratterizzato questa Convention della Divisione Rete: tra i relatori invitati vi erano, infatti, esponenti di rilievo dei principali Clienti interni ed esterni della Divisione a testimoniare la crescente attenzione che la Rete sempre più rivolge ai propri Clienti, puntando ad una

Come relatori sono intervenuti: il Responsabile della Divisione Clienti Business, Girolamo Di Genova, il Direttore degli Affari Legali e Istituzionali di Omnitel Pronto Italia, Tommaso Pompei, e il Direttore Generale di Stream, Giovanni Pomella, che hanno chiarito le proprie necessità e sottolineato come vedono oggi la Rete e quali sono

ha costituito uno dei messaggi forti della Divisione, orientata a perseguire concretamente tutti i valori fondamentali della "Carta Valori" Aziendale; questo impegno è emerso peraltro simbolicamente dalla "sigla" filmata della "Convention", nella quale le quattro lettere di RETE viravano nelle quattro bande colorate dei Valori di Telecom Italia e viceversa.

E' sembrato inoltre che i Clienti chiamati a parlare abbiano particolarmente apprezzato l'invito loro rivolto dal "Fornitore Rete", senza per questo risparmiare precisi segnali di maggiori e più sfidanti esigenze nel rapporto di servizio, specialmente in termini di qualità offerta e di tempestività delle forniture.

L'intervento dell'Amministratore Delegato della TESI, Ulderico Capucci, esperto di rilievo, è stato anch'esso ben accolto dai presenti: numerosi sono stati in questa occasione i messaggi rivolti alla Rete, che risulta ormai completamente inserita in un contesto sempre più connotato dalla competitività globale. Tra le indicazioni più significative possono essere ricordate quelle



Un momento della Convention '96 della Divisione Rete

crescente analisi dei loro bisogni e ad una integrazione spinta al soddisfacimento di tali necessità sia nella fase di individuazione, sia nei successivi momenti realizzativi e di esercizio.

gli obiettivi da essi attesi per il futuro. Il concetto di integrazione con i propri clienti è risultato essere uno dei principali valori sottolineati nella "Convention" e

relative alla necessità di accelerare ulteriormente il cambiamento

nell'organizzazione, nella conduzione dei propri collaboratori e nella promozione dei valori.

Il dott. Capucci ha sottolineato che i Clienti devono essere considerati come una "catena" che bisogna sforzarsi di conoscere in modo sempre più completo. La tecnologia, invece, va vista ormai come mezzo per generare profitto e non come obiettivo a sé stante. Occorre poi che il personale tutto della Rete sia nell'innovazione tempestivo ("Time to Market") e negli investimenti sincronizzato con le necessità ("Time to Profit"). Naturalmente, nel corso della presentazione sono stati forniti altri suggerimenti che hanno reso questo intervento ampio e molto efficace.

Il motivo dominante della "Convention" è stato quello dell'effettivo perseguimento dei quattro valori della "Carta" di Telecom Italia (competitività; integrazione; competenza; velocità), da porre e attuare come obiettivi principali, in particolare nello svolgimento del Programma Operativo relativo all'anno in corso.

Queste indicazioni fondamentali sono diventate elementi di riferimento espliciti nell'intervento centrale del Responsabile della Divisione, Giuseppe Gerarduzzi, nonché in quelli tematici dei Responsabili delle Linee Centrali della Rete. Il Responsabile di Divisione ha riconosciuto i buoni risultati raggiunti nel corso del 1995, ma ha anche sottolineato che numerosi sono ancora i campi di possibile miglioramento: dall'attenzione sempre più critica agli investimenti, alla tempestività ("real time") nella risposta alle aspettative dei clienti, ad una gestione sempre

più attenta alle risorse umane, ad un sensibile ulteriore sviluppo della "leadership".

L'ing. Gerarduzzi ha messo in evidenza che nel recente passato più che la mancanza di risorse sono apparse evidenti carenze di "cultura" e di efficace presenza nei ruoli assegnati dalla nuova struttura organizzativa. Per questi motivi la "divisionalizzazione" non appare ancora interiorizzata all'interno della Rete in maniera adeguata. Essa deve invece rappresentare stimolo e premessa indispensabile perché possa in concreto realizzarsi la missione della Divisione, che riguarda la fornitura di servizi TLC a prezzi e con qualità tali da far assumere a Telecom Italia una posizione di leadership nell'ambito di un mercato destinato a diventare sempre più competitivo e globale.

Le linee evolutive tecnologiche sono ben definite, passando non solo per l'SDH, l'ATM, la Rete di Accesso a Larga Banda, ma anche e soprattutto per i nuovi servizi alla clientela programmati nel breve, tra i quali possono essere ricordati la Cordless Mobility, la Documentazione Integrale degli Addebiti, l'ISDN Generalizzata ed a Larga Banda, l'evoluzione della Rete Intelligente, i Servizi Multimediali. L'intero scenario deve poi naturalmente ruotare intorno ai nuovi Sistemi di Gestione.

Nella parte conclusiva della "Convention" l'Amministratore Delegato di Telecom Italia, con il suo ampio intervento, ha avviato un vivace dibattito rispondendo ai diversi quesiti posti dai partecipanti.

Il dott. Chirichigno ha messo in luce significativi aspetti dell'attuale momento aziendale, tra cui il notevole sforzo organizzativo, forse unico a livello internazionale, attuato da Telecom Italia per la

realizzazione della "nuova" Azienda. Malgrado la complessità di tale operazione, sono stati raggiunti nel 1995 risultati brillanti che lasciano peraltro intravedere ulteriori, sensibili miglioramenti, in particolare per il 1996.

L'Amministratore Delegato ha però sottolineato che molto più impegnative appaiono le sfide da condurre nell'immediato ed ha richiamato l'attenzione dei presenti in particolare sulla necessità di ridurre ulteriormente i costi, di migliorare ancor più l'impiego degli impianti esistenti, di reingegnerizzare i processi organizzativi interni che presentano ulteriori possibilità di recuperi.

Un concetto fatto proprio dalla Divisione Rete, e ribadito autorevolmente in chiusura dal Vertice Aziendale, può essere preso a sintesi degli obiettivi da perseguire nell'immediato: "non ha più senso ormai puntare alla realizzazione di altre infrastrutture, risultando invece sempre più necessario individuare ed offrire nuovi servizi, che rispondano a richieste espresse o latenti della clientela".

Domenico Capolongo

“GUARDAR FUORI E GUARDARSI INTORNO”

ALLA CONVENTION DELLA QUALITÀ '96 DI TELECOM ITALIA
HANNO PARTECIPATO IL PRESIDENTE
UMBERTO SILVESTRI,
L'AMMINISTRATORE DELEGATO,
FRANCESCO CHIRICHIGNO,
I DIRETTORI GENERALI,
UMBERTO MALTA, GUIDO PUGLIESI,
FRANCO SIMEONI
E TOMASO TOMMASI DI VIGNANO.



Nella foto Francesco Chirichigno (in primo piano), Umberto Silvestri e Nello Spinelli

“Chi sta sul mercato, chi vive quotidianamente la competizione dev'essere naturalmente spinto a guardar fuori, a guardarsi intorno per attivare quel sano confronto mirato alla ricerca dell'eccellenza”. Con queste parole Umberto Silvestri, Presidente di Telecom Italia, ha ricordato, all'apertura del Convegno, come l'Azienda stia vivendo con impegno e convinzione questo nuovo approccio, questo nuovo modo di porsi e l'aver scelto il Modello EQA come riferimento Aziendale ne costituisce una prova tangibile: il Cliente non è più solo quello nazionale. L'Azienda, infatti, offre i suoi prodotti e servizi ad una Clientela sempre più vasta che supera i confini del Paese. La Qualità Totale che trova nel Modello di riferimento il suo momento di sintesi:

- ha il suo focus nella soddisfazione del cliente, senza confini territoriali;
- consente di coordinare in modo sinergico l'ottimizzazione delle risorse umane e materiali per reagire con tempestività, se non addirittura anticipare le sollecitazioni e le sfide provenienti dal mercato;

- agevola la gestione per processi e quindi il contenimento dei costi offrendo alla clientela la qualità attesa al minor prezzo.

Il Presidente ha concluso con un forte invito a proseguire, con rinnovato impegno, il percorso intrapreso in tema di ricerca dell'eccellenza su un mercato ormai di dimensione internazionale.

L'intervento dell'Amministratore Delegato, Francesco Chirichigno, ha delineato il percorso verso la Qualità Totale imboccato e seguito da Telecom Italia.

In particolare ha ricordato che nella Convention della Qualità dello scorso anno erano stati indicati alcuni impegni precisi:

- proseguire il cammino verso la Qualità Totale quale contributo al quotidiano perseguimento della “Vision Aziendale”;
- puntare ai livelli di eccellenza europei definiti in ambito EFQM;
- ridurre i “gap” territoriali.

Per quanto riguarda il primo punto l'obiettivo appare centrato se si considera l'impegno profuso nella costruzione del Modello ed il livello di coinvolgimento della struttura Aziendale.

Per quanto riguarda la misura della crescita (secondo e terzo punto del mandato assegnato) l'attività svolta ha prodotto risultati che possono essere considerati soddisfacenti, specie se si considerano alcuni rischi connessi al livello di impegno assunto.

L'Amministratore Delegato ha poi proseguito sottolineando i punti di forza dell'azione di sviluppo della Qualità Totale e quindi ha messo in evidenza che:

- il grande tema Aziendale della necessità del cambiamento per crescere in competitività, ha trovato nel Modello EQA il suo momento di concretizzazione;
- il passaggio dal sistema di una valutazione effettuata a livello Corporate ad uno di autovalutazione diffusa ha comportato un forte coinvolgimento dell'intera struttura organizzativa ed ha permesso al processo di divenire uno strumento di normale gestione, integrato nel ciclo di pianificazione del business;
- l'attività di valutazione delle strutture territoriali di competenza ha portato le strutture della Direzione

Generale a momenti di confronto, di comunicazione e di ascolto, favorendo così una più approfondita conoscenza reciproca ed integrazione.

Per quanto riguarda i punti di debolezza, il dott. Chirichigno ha sottolineato che:

- pur a fronte delle positività rilevate, il panorama competitivo in cui opera Telecom Italia, richiede al Management lo sviluppo di una visione sempre più ampia e di massima integrazione interna, finalizzata al perseguimento degli obiettivi Aziendali;
- occorre mantenere alta l'attenzione sul processo di autovalutazione come elemento necessario per la pianificazione del miglioramento, elevando, al contempo, il livello di sfida dei risultati di business definiti da ciascuna Divisione ed Area, e correlando strettamente questi risultati agli obiettivi strategici dell'Azienda;
- la lettura dei Rapporti di Autovalutazione mette in luce una crescente attenzione alla gestione per processi. Occorre adesso uscire da una visione prettamente "verticale", cioè circoscritta alla competenza di Linea o di Divisione ed Area, per acquisire una visione "trasversale" in cui concorrono al perseguimento del risultato funzioni appartenenti ad unità organizzative diverse.

In conclusione l'Amministratore Delegato ha ricordato che il 1996 deve costituire un punto di svolta, un ulteriore snodo dell'evoluzione del Sistema Qualità quale supporto della "Vision Aziendale" per cui va mantenuto il riferimento al Modello della Qualità Totale, come strumento di gestione del business. A questa decisione

conseguono le seguenti linee guida:

- porsi un elevato livello di sfida nella definizione degli obiettivi;
- mantenere il Cliente come centro dell'attenzione di "tutte" le attività Aziendali;
- proseguire nell'attività di benchmarking, intensificando il confronto con i "competitors" e con i "best in class";
- ottimizzare i costi attraverso una efficace ed efficiente gestione per processi che ne garantisca la trasversalità;

contesto di competizione di mercato, l'altro, (Esterno) all'eccellenza Aziendale in un contesto di competizione EQA. Per quanto concerne le tre velocità, la prima riguarda il recupero del "gap" rispetto ai "best in class" europei in un'ottica di partecipazione al Premio EQA; la seconda si riferisce alle Unità Organizzative che presentano criticità di particolare rilevanza; la terza, infine, interessa le restanti Unità Organizzative, che perseguiranno l'obiettivo di consolidare da un canto i risultati positivi già



Una fase della Convention della Qualità '96

- diventare sempre più "squadra" attraverso un efficace esercizio della leadership e la crescita del livello di coinvolgimento e di integrazione.

Il dott. Chirichigno ha anche segnalato che Telecom Italia parteciperà all'E.Q.A. 1997 con una propria unità organizzativa: la Divisione Clienti Privati. Dopo gli interventi da parte del Vertice Aziendale, il Responsabile dell'Area Qualità, Nello Spinelli, ha illustrato le politiche e le strategie per l'anno in corso che sono caratterizzate da "2 percorsi" e "3 velocità". I due percorsi sono mirati l'uno (Interno) all'eccellenza Divisionale e di Area in un

raggiunti e di attivare, d'altro canto, coerenti piani di miglioramento. Successivamente sono intervenuti con le loro testimonianze Tiberio Indiani della Texas Instruments Italia vincitrice del premio E.Q.A. 1995, Geoff Carter, Responsabile Formazione e Sviluppo Nuovi Servizi dell'EFQM e Ratko Rudic, Commissario Tecnico della Nazionale di Pallanuoto Campione del Mondo ed Olimpico in carica. Il dott. Indiani ha presentato il percorso che ha consentito a Texas Instruments di vincere nel 1995 il Premio Europeo per la Qualità (European Quality Award). La testimonianza di Geoff

Osservatorio

Carter, invece, è stata centrata sul Modello EQA e sull'importanza della sua corretta e coerente introduzione nelle Aziende. Ha portato alcuni esempi pratici di come interpretare le aree di indagine messe in luce da EFQM nelle sue linee guida e ha ricondotto la partecipazione al Premio Europeo ad un momento di verifica e di ritaratura dei propri sistemi di valutazione od

autovalutazione in ottica di miglioramento continuo. Alla fine della giornata Ratko Rudic ha portato la sua testimonianza di commissario tecnico della nazionale di Pallanuoto: secondo Rudic ogni allenatore (coach) deve saper gestire un gruppo con le sue diversità e le sue criticità, riuscendo nel contempo a creare una squadra che sappia affrontare e superare ogni difficoltà,

diventando "vincente". Questo parallelismo tra la conduzione nello sport e nel mondo industriale costituisce uno stimolo per le Aziende per far nascere e sviluppare lo spirito di appartenenza ad una squadra, che consenta il raggiungimento di risultati sempre più positivi.

Giuseppe Carra

TMI: EXCELLENCE IN TELE- COMMUNICATIONS EVERYWHERE

SI È SVOLTA A ROMA LA CONVENTION DI TMI (TELE MEDIA INTERNATIONAL), SOCIETÀ CONTROLLATA DA TELECOM ITALIA, CHE OPERA NEL SETTORE DELLE RETI INTEGRATE E DEI SERVIZI A VALORE AGGIUNTO, CON L'OBIETTIVO DI FORNIRE ALLA CLIENTELA BUSINESS UN'AMPIA GAMMA DI SERVIZI GLOBALI DI TELECOMUNICAZIONI A LIVELLO INTERNAZIONALE.



TMI, che conta oggi circa 80 "Point of Presence" a copertura dei mercati del Nord e Sud America, dell'Europa, dell'Estremo Oriente e dell'Oceania, rivolge la sua offerta sia ai clienti italiani con sedi operative ed interessi all'estero sia alle Aziende multinazionali con sedi in Italia e nel mondo. Alla Convention erano presenti il Direttore Generale Tommaso Tommasi di Vignano, il Responsabile della DSI Paolo Scravaglieri, il Responsabile della DCB Girolamo Di Genova, i Responsabili TMI, che appartengono alla struttura della

DSI ed operano sui clienti esteri, ed i Responsabili della DCB, che offrono i servizi TMI ai clienti in Italia.

Nel corso della giornata è stata fatta un'ampia panoramica sul portafoglio d'offerta TMI, sullo sviluppo della rete, sul billing, sui nuovi processi (sale and bid management, customer care). I responsabili delle quattro sedi regionali di TMI (Londra, New York, Hong Kong e Buenos Aires) hanno poi illustrato in dettaglio la situazione delle diverse aree geografiche. L'ultima parte della Convention è stata dedicata al confronto ed

all'integrazione tra le forze vendite che operano in Italia e all'estero.

Il dott. Tommasi ha sottolineato, sia in apertura sia in chiusura dell'incontro, l'importanza che questa sinergia tra risorse della DSI e della DCB riveste per lo sviluppo strategico di TMI sui mercati internazionali.

Torneremo a parlare di TMI nei prossimi numeri, con contributi specifici sulla rete e sui servizi offerti.

Laura Nalli

DIAMO AL CLIENTE PRIORITÀ

NEL CORSO DELLA
**CONVENTION '96 DELLA DIVISIONE
CLIENTI PRIVATI** IL RESPONSABILE
DELLA DIVISIONE, **PIERO BERGAMINI**,
HA AFFERMATO CHE "...TEMPO, GIOCO
DI SQUADRA, PRIORITÀ AL CLIENTE
DOVRANNO ESSERE I TEMI CHE
DOMINERANNO IL CAMMINO DELLA
DIVISIONE VERSO LA LIBERALIZZAZIONE
DEL MERCATO..."



La Convention DCP. Da sinistra Tommaso Tommasi di Vignano e Piero Bergamini

Nella giornata dedicata alla presentazione delle strategie della Divisione e dei conseguenti piani operativi per il 1996, il Responsabile della Divisione, Piero Bergamini ha sottolineato come, nell'attuale contesto competitivo, fattore chiave di successo risulti la capacità della Divisione di adattare rapidamente i propri piani all'evolversi del mercato, e quindi di attivare in tempi stretti le operatività per presidiare la clientela, con particolare riferimento a quella più esposta alla concorrenza, per sviluppare i ricavi e per contenere i costi.

Nel corso della Convention, a sottolineare ulteriormente l'esigenza di "far in tempo le cose previste", su un maxi schermo un orologio scandiva il tempo rimanente al primo gennaio 1998, data della liberalizzazione totale del mercato delle telecomunicazioni, e su un altro schermo era mostrato l'arresto ai box per il rifornimento (pit stop) di una Ferrari durante un G.P. di

Formula 1, emblema di una squadra vincente le cui componenti essenziali sono velocità di azione, lavoro di squadra, responsabilità, competenza degli attori e al contempo disponibilità di una tecnologia avanzata.

Il Direttore Generale Tommaso Tommasi di Vignano, prendendo successivamente la parola, ha riconosciuto come il qualificato ed elevato contributo della Divisione Clienti Privati ha favorito il buon risultato economico conseguito nello scorso anno da Telecom Italia, ed ha messo in evidenza come, in uno scenario sempre più complesso, sia necessario realizzare, secondo i tempi e le modalità previste, tutti gli obiettivi sfidanti che la Divisione si è data per il 1996. In particolare ha ricordato le principali azioni programmate per l'anno in corso rivolte allo sviluppo del traffico (attraverso la commercializzazione di prodotti e servizi e con l'aumento della trasparenza sui consumi mediante la

documentazione degli addebiti), all'avvio di servizi innovativi (Telecom On Line e Memotel), al lancio del Cordless Mobility, al rinnovamento del rapporto con il cliente (Customer Care) che già a fine anno interesserà il 70% della clientela della Divisione, ed all'adeguamento delle competenze e delle conoscenze del personale tecnico operante nei Centri di Lavoro connesso alle nuove tecnologie.

Il Responsabile dello "Sviluppo Clienti" Salvatore Basile ha illustrato il Progetto di "Customer Service" mettendo in luce in particolare come lo sviluppo della personalizzazione del rapporto "proattivo" con il cliente coinvolga non solo i processi e la tecnologia ma principalmente la cultura, intesa come ascolto e comunicazione con il cliente, le competenze ed i comportamenti e quindi l'evoluzione delle strutture organizzative e dei ruoli professionali. L'Assistenza Tecnica in ottica di "Customer Care" è stata

Osservatorio

presentata dal Responsabile della Rete di Accesso Florio Roani, che ha messo in evidenza come l'evoluzione nella cura del Cliente sia rivolta a migliorare la "Customer Satisfaction" e quindi ad aumentare la "Loyalty" del Cliente tramite azioni mirate su comportamento, formazione e tecnologia. Il Responsabile del Marketing Sergio Giovanni Fogli ha poi presentato le iniziative di marketing della Divisione e, in particolare, si è soffermato sul lancio dei servizi di Documentazione Addebiti e Memotel e sull'offerta dell'ISDN ed infine ha mostrato il posizionamento e le strategie di TELECOM nel mercato prodotti. Alvo Rocca, Coordinatore dell'Unità di Business "Telecomunicazioni a disposizione del Pubblico", ha indicato successivamente le strategie rivolte a tale mercato, sottolineando l'importanza del contributo fornito da questa Unità al risultato della Divisione, in quanto

rappresenta, in termini prospettici, circa un quarto del suo margine. Il mercato dei servizi telematici on-line ed il relativo posizionamento di Telecom On Line (offerta innovativa di servizi interattivi e multimediali nonché di accesso a Internet), è stato quindi descritto da Pier Paolo Bonazzi, Responsabile dei "Servizi Interattivi per la Clientela di Massa" che, nell'occasione, ha anche presentato una demo del servizio. Nell'intervento del Vice Presidente della Piaggio Veicoli Europei, Matteo Righero, testimone di un'Azienda operante in un mercato competitivo di largo consumo, sono state ritrovate modalità di approccio al mercato (marketing sofisticato e segmentato sui prodotti e sui servizi, per meglio rispondere alle specifiche esigenze della clientela) equivalenti a quelle precedentemente indicate dai relatori di Telecom. Il caso esposto è quindi risultato assai

incisivo ed estremamente utile per fornire concretezza ai temi trattati e, di conseguenza, è stato molto apprezzato dai partecipanti. La Responsabile della Qualità della Divisione Irene Di Nola ha poi presentato il Processo di Autovalutazione dello scorso anno e le azioni dell'anno in corso relative all'utilizzo del modello EFQM (European Foundation for Quality Management) come strumento gestionale di business nonché la pianificazione delle attività per la partecipazione al Premio EQA '97 (European Quality Award). A conclusione della Convention, sono stati consegnati i Premi per la Qualità della Divisione per il 1995, che sono stati assegnati alle Direzioni Regionali Trentino-Alto Adige (per la Customer Satisfaction), a Roma (Processi Innovativi), al Piemonte-Val d'Aosta (Processi), alla Calabria (Soddisfazione del Personale) ed a Milano (Fattori e Risultati).

Giuseppe Grimaldi



Un momento della Convention della Divisione Clienti Privati

PIU' INTEGRAZIONE CON I CLIENTI

**LA CONVENTION '96
DELLA DIVISIONE RETE
DI TELECOM ITALIA HA VISTO
LA PARTECIPAZIONE DI DIRIGENTI
E TERZI LIVELLI DI STRUTTURA
DELLA DIVISIONE,
OLTRE A NUMEROSI OSPITI
IN RAPPRESENTANZA QUALIFICATA
DELLE DIVISIONI E DELLE
AREE DI TELECOM ITALIA;
HA CHIUSO I LAVORI
L'AMMINISTRATORE DELEGATO,
FRANCESCO CHIRICHIGNO.**

Nella foto da sinistra Giuseppe Gerarduzzi, Francesco Chirichigno, Domenico Capolongo e Ulderico Capucci

Un elemento di forte innovazione ha caratterizzato questa Convention della Divisione Rete: tra i relatori invitati vi erano, infatti, esponenti di rilievo dei principali Clienti interni ed esterni della Divisione a testimoniare la crescente attenzione che la Rete sempre più rivolge ai propri Clienti, puntando ad una

Come relatori sono intervenuti: il Responsabile della Divisione Clienti Business, Girolamo Di Genova, il Direttore degli Affari Legali e Istituzionali di Omnitel Pronto Italia, Tommaso Pompei, e il Direttore Generale di Stream, Giovanni Pomella, che hanno chiarito le proprie necessità e sottolineato come vedono oggi la Rete e quali sono

ha costituito uno dei messaggi forti della Divisione, orientata a perseguire concretamente tutti i valori fondamentali della "Carta Valori" Aziendale; questo impegno è emerso peraltro simbolicamente dalla "sigla" filmata della "Convention", nella quale le quattro lettere di RETE viravano nelle quattro bande colorate dei Valori di Telecom Italia e viceversa.

E' sembrato inoltre che i Clienti chiamati a parlare abbiano particolarmente apprezzato l'invito loro rivolto dal "Fornitore Rete", senza per questo risparmiare precisi segnali di maggiori e più sfidanti esigenze nel rapporto di servizio, specialmente in termini di qualità offerta e di tempestività delle forniture.

L'intervento dell'Amministratore Delegato della TESI, Ulderico Capucci, esperto di rilievo, è stato anch'esso ben accolto dai presenti: numerosi sono stati in questa occasione i messaggi rivolti alla Rete, che risulta ormai completamente inserita in un contesto sempre più connotato dalla competitività globale. Tra le indicazioni più significative possono essere ricordate quelle

Un momento della Convention '96 della Divisione Rete

crescente analisi dei loro bisogni e ad una integrazione spinta al soddisfacimento di tali necessità sia nella fase di individuazione, sia nei successivi momenti realizzativi e di esercizio.

gli obiettivi da essi attesi per il futuro.

Il concetto di integrazione con i propri clienti è risultato essere uno dei principali valori sottolineati nella "Convention" e

relative alla necessità di accelerare ulteriormente il cambiamento

nell'organizzazione, nella conduzione dei propri collaboratori e nella promozione dei valori.

Il dott. Capucci ha sottolineato che i Clienti devono essere considerati come una "catena" che bisogna sforzarsi di conoscere in modo sempre più completo. La tecnologia, invece, va vista ormai come mezzo per generare profitto e non come obiettivo a sé stante. Occorre poi che il personale tutto della Rete sia nell'innovazione tempestiva ("Time to Market") e negli investimenti sincronizzato con le necessità ("Time to Profit"). Naturalmente, nel corso della presentazione sono stati forniti altri suggerimenti che hanno reso questo intervento ampio e molto efficace.

Il motivo dominante della "Convention" è stato quello dell'effettivo perseguimento dei quattro valori della "Carta" di Telecom Italia (competitività; integrazione; competenza; velocità), da porre e attuare come obiettivi principali, in particolare nello svolgimento del Programma Operativo relativo all'anno in corso.

Queste indicazioni fondamentali sono diventate elementi di riferimento espliciti nell'intervento centrale del Responsabile della Divisione, Giuseppe Gerarduzzi, nonché in quelli tematici dei Responsabili delle Linee Centrali della Rete. Il Responsabile di Divisione ha riconosciuto i buoni risultati raggiunti nel corso del 1995, ma ha anche sottolineato che numerosi sono ancora i campi di possibile miglioramento: dall'attenzione sempre più critica agli investimenti, alla tempestività ("real time") nella risposta alle aspettative dei clienti, ad una gestione sempre

più attenta alle risorse umane, ad un sensibile ulteriore sviluppo della "leadership".

L'ing. Gerarduzzi ha messo in evidenza che nel recente passato più che la mancanza di risorse sono apparse evidenti carenze di "cultura" e di efficace presenza nei ruoli assegnati dalla nuova struttura organizzativa. Per questi motivi la "divisionalizzazione" non appare ancora interiorizzata all'interno della Rete in maniera adeguata. Essa deve invece rappresentare stimolo e premessa indispensabile perché possa in concreto realizzarsi la missione della Divisione, che riguarda la fornitura di servizi TLC a prezzi e con qualità tali da far assumere a Telecom Italia una posizione di leadership nell'ambito di un mercato destinato a diventare sempre più competitivo e globale.

Le linee evolutive tecnologiche sono ben definite, passando non solo per l'SDH, l'ATM, la Rete di Accesso a Larga Banda, ma anche e soprattutto per i nuovi servizi alla clientela programmati nel breve, tra i quali possono essere ricordati la Cordless Mobility, la Documentazione Integrale degli Addebiti, l'ISDN Generalizzata ed a Larga Banda, l'evoluzione della Rete Intelligente, i Servizi Multimediali. L'intero scenario deve poi naturalmente ruotare intorno ai nuovi Sistemi di Gestione.

Nella parte conclusiva della "Convention" l'Amministratore Delegato di Telecom Italia, con il suo ampio intervento, ha avviato un vivace dibattito rispondendo ai diversi quesiti posti dai partecipanti.

Il dott. Chirichigno ha messo in luce significativi aspetti dell'attuale momento aziendale, tra cui il notevole sforzo organizzativo, forse unico a livello internazionale, attuato da Telecom Italia per la

realizzazione della "nuova" Azienda. Malgrado la complessità di tale operazione, sono stati raggiunti nel 1995 risultati brillanti che lasciano peraltro intravedere ulteriori, sensibili miglioramenti, in particolare per il 1996.

L'Amministratore Delegato ha però sottolineato che molto più impegnative appaiono le sfide da condurre nell'immediato ed ha richiamato l'attenzione dei presenti in particolare sulla necessità di ridurre ulteriormente i costi, di migliorare ancor più l'impiego degli impianti esistenti, di reingegnerizzare i processi organizzativi interni che presentano ulteriori possibilità di recuperi.

Un concetto fatto proprio dalla Divisione Rete, e ribadito autorevolmente in chiusura dal Vertice Aziendale, può essere preso a sintesi degli obiettivi da perseguire nell'immediato: "non ha più senso ormai puntare alla realizzazione di altre infrastrutture, risultando invece sempre più necessario individuare ed offrire nuovi servizi, che rispondano a richieste espresse o latenti della clientela".

Domenico Capolongo

“GUARDAR FUORI E GUARDARSI INTORNO”

**ALLA CONVENTION DELLA
QUALITÀ '96 DI TELECOM ITALIA**
HANNO PARTECIPATO IL PRESIDENTE
UMBERTO SILVESTRI,
L'AMMINISTRATORE DELEGATO,
FRANCESCO CHIRICHIGNO,
I DIRETTORI GENERALI,
UMBERTO MALTA, GUIDO PUGLIESI,
FRANCO SIMEONI
E TOMASO TOMMASI DI VIGNANO.

Nella foto Francesco Chirichigno (in primo piano), Umberto Silvestri e Nello Spinelli

“Chi sta sul mercato, chi vive quotidianamente la competizione dev'essere naturalmente spinto a guardar fuori, a guardarsi intorno per attivare quel sano confronto mirato alla ricerca dell'eccellenza”. Con queste parole Umberto Silvestri, Presidente di Telecom Italia, ha ricordato, all'apertura del Convegno, come l'Azienda stia vivendo con impegno e convinzione questo nuovo approccio, questo nuovo modo di porsi e l'aver scelto il Modello EQA come riferimento Aziendale ne costituisce una prova tangibile: il Cliente non è più solo quello nazionale. L'Azienda, infatti, offre i suoi prodotti e servizi ad una Clientela sempre più vasta che supera i confini del Paese. La Qualità Totale che trova nel Modello di riferimento il suo momento di sintesi:

- ha il suo focus nella soddisfazione del cliente, senza confini territoriali;
- consente di coordinare in modo sinergico l'ottimizzazione delle risorse umane e materiali per reagire con tempestività, se non addirittura anticipare le sollecitazioni e le sfide provenienti dal mercato;

- agevola la gestione per processi e quindi il contenimento dei costi offrendo alla clientela la qualità attesa al minor prezzo.

Il Presidente ha concluso con un forte invito a proseguire, con rinnovato impegno, il percorso intrapreso in tema di ricerca dell'eccellenza su un mercato ormai di dimensione internazionale.

L'intervento dell'Amministratore Delegato, Francesco Chirichigno, ha delineato il percorso verso la Qualità Totale imboccato e seguito da Telecom Italia.

In particolare ha ricordato che nella Convention della Qualità dello scorso anno erano stati indicati alcuni impegni precisi:

- proseguire il cammino verso la Qualità Totale quale contributo al quotidiano perseguimento della “Vision Aziendale”;
- puntare ai livelli di eccellenza europei definiti in ambito EFQM;
- ridurre i “gap” territoriali.

Per quanto riguarda il primo punto l'obiettivo appare centrato se si considera l'impegno profuso nella costruzione del Modello ed il livello di coinvolgimento della struttura Aziendale.

Per quanto riguarda la misura della crescita (secondo e terzo punto del mandato assegnato) l'attività svolta ha prodotto risultati che possono essere considerati soddisfacenti, specie se si considerano alcuni rischi connessi al livello di impegno assunto.

L'Amministratore Delegato ha poi proseguito sottolineando i punti di forza dell'azione di sviluppo della Qualità Totale e quindi ha messo in evidenza che:

- il grande tema Aziendale della necessità del cambiamento per crescere in competitività, ha trovato nel Modello EQA il suo momento di concretizzazione;
- il passaggio dal sistema di una valutazione effettuata a livello Corporate ad uno di autovalutazione diffusa ha comportato un forte coinvolgimento dell'intera struttura organizzativa ed ha permesso al processo di divenire uno strumento di normale gestione, integrato nel ciclo di pianificazione del business;
- l'attività di valutazione delle strutture territoriali di competenza ha portato le strutture della Direzione

Generale a momenti di confronto, di comunicazione e di ascolto, favorendo così una più approfondita conoscenza reciproca ed integrazione.

Per quanto riguarda i punti di debolezza, il dott. Chirichigno ha sottolineato che:

- pur a fronte delle positività rilevate, il panorama competitivo in cui opera Telecom Italia, richiede al Management lo sviluppo di una visione sempre più ampia e di massima integrazione interna, finalizzata al perseguimento degli obiettivi Aziendali;
- occorre mantenere alta l'attenzione sul processo di autovalutazione come elemento necessario per la pianificazione del miglioramento, elevando, al contempo, il livello di sfida dei risultati di business definiti da ciascuna Divisione ed Area, e correlando strettamente questi risultati agli obiettivi strategici dell'Azienda;
- la lettura dei Rapporti di Autovalutazione mette in luce una crescente attenzione alla gestione per processi. Occorre adesso uscire da una visione prettamente "verticale", cioè circoscritta alla competenza di Linea o di Divisione ed Area, per acquisire una visione "trasversale" in cui concorrono al perseguimento del risultato funzioni appartenenti ad unità organizzative diverse.

In conclusione l'Amministratore Delegato ha ricordato che il 1996 deve costituire un punto di svolta, un ulteriore snodo dell'evoluzione del Sistema Qualità quale supporto della "Vision Aziendale" per cui va mantenuto il riferimento al Modello della Qualità Totale, come strumento di gestione del business. A questa decisione

conseguono le seguenti linee guida:

- porsi un elevato livello di sfida nella definizione degli obiettivi;
- mantenere il Cliente come centro dell'attenzione di "tutte" le attività Aziendali;
- proseguire nell'attività di benchmarking, intensificando il confronto con i "competitors" e con i "best in class";
- ottimizzare i costi attraverso una efficace ed efficiente gestione per processi che ne garantisca la trasversalità;

Una fase della Convention della Qualità '96

- diventare sempre più "squadra" attraverso un efficace esercizio della leadership e la crescita del livello di coinvolgimento e di integrazione.

Il dott. Chirichigno ha anche segnalato che Telecom Italia parteciperà all'E.Q.A. 1997 con una propria unità organizzativa: la Divisione Clienti Privati.

Dopo gli interventi da parte del Vertice Aziendale, il Responsabile dell'Area Qualità, Nello Spinelli, ha illustrato le politiche e le strategie per l'anno in corso che sono caratterizzate da "2 percorsi" e "3 velocità". I due percorsi sono mirati l'uno (Interno) all'eccellenza Divisionale e di Area in un

contesto di competizione di mercato, l'altro, (Esterno) all'eccellenza Aziendale in un contesto di competizione EQA. Per quanto concerne le tre velocità, la prima riguarda il recupero del "gap" rispetto ai "best in class" europei in un'ottica di partecipazione al Premio EQA; la seconda si riferisce alle Unità Organizzative che presentano criticità di particolare rilevanza; la terza, infine, interessa le restanti Unità Organizzative, che perseguiranno l'obiettivo di consolidare da un canto i risultati positivi già

raggiunti e di attivare, d'altro canto, coerenti piani di miglioramento.

Successivamente sono intervenuti con le loro testimonianze Tiberio Indiani della Texas Instruments Italia vincitrice del premio E.Q.A. 1995, Geoff Carter, Responsabile Formazione e Sviluppo Nuovi Servizi dell'EFQM e Ratko Rudic, Commissario Tecnico della Nazionale di Pallanuoto Campione del Mondo ed Olimpico in carica.

Il dott. Indiani ha presentato il percorso che ha consentito a Texas Instruments di vincere nel 1995 il Premio Europeo per la Qualità (European Quality Award). La testimonianza di Geoff

Carter, invece, è stata centrata sul Modello EQA e sull'importanza della sua corretta e coerente introduzione nelle Aziende. Ha portato alcuni esempi pratici di come interpretare le aree di indagine messe in luce da EFQM nelle sue linee guida e ha ricondotto la partecipazione al Premio Europeo ad un momento di verifica e di ritaratura dei propri sistemi di valutazione od

autovalutazione in ottica di miglioramento continuo. Alla fine della giornata Ratko Rudic ha portato la sua testimonianza di commissario tecnico della nazionale di Pallanuoto: secondo Rudic ogni allenatore (coach) deve saper gestire un gruppo con le sue diversità e le sue criticità, riuscendo nel contempo a creare una squadra che sappia affrontare e superare ogni difficoltà,

diventando "vincente". Questo parallelismo tra la conduzione nello sport e nel mondo industriale costituisce uno stimolo per le Aziende per far nascere e sviluppare lo spirito di appartenenza ad una squadra, che consenta il raggiungimento di risultati sempre più positivi.

Giuseppe Carra

TMI: EXCELLENCE IN TELE- COMMUNICATIONS EVERYWHERE

*SI È SVOLTA A ROMA LA
CONVENTION DI TMI (TELE MEDIA
INTERNATIONAL), SOCIETÀ
CONTROLLATA DA TELECOM ITALIA, CHE
OPERA NEL SETTORE DELLE RETI
INTEGRATE E DEI SERVIZI A VALORE
AGGIUNTO, CON L'OBIETTIVO DI FORNIRE
ALLA CLIENTELA BUSINESS UN'AMPIA
GAMMA DI SERVIZI GLOBALI DI
TELECOMUNICAZIONI A LIVELLO
INTERNAZIONALE.*

TMI, che conta oggi circa 80 "Point of Presence" a copertura dei mercati del Nord e Sud America, dell'Europa, dell'Estremo Oriente e dell'Oceania, rivolge la sua offerta sia ai clienti italiani con sedi operative ed interessi all'estero sia alle Aziende multinazionali con sedi in Italia e nel mondo. Alla Convention erano presenti il Direttore Generale Tomaso Tommasi di Vignano, il Responsabile della DSI Paolo Scravaglieri, il Responsabile della DCB Girolamo Di Genova, i Responsabili TMI, che appartengono alla struttura della

DSI ed operano sui clienti esteri, ed i Responsabili della DCB, che offrono i servizi TMI ai clienti in Italia.

Nel corso della giornata è stata fatta un'ampia panoramica sul portafoglio d'offerta TMI, sullo sviluppo della rete, sul billing, sui nuovi processi (sale and bid management, customer care).

I responsabili delle quattro sedi regionali di TMI (Londra, New York, Hong Kong e Buenos Aires) hanno poi illustrato in dettaglio la situazione delle diverse aree geografiche.

L'ultima parte della Convention è stata dedicata al confronto ed

all'integrazione tra le forze vendite che operano in Italia e all'estero.

Il dott. Tommasi ha sottolineato, sia in apertura sia in chiusura dell'incontro, l'importanza che questa sinergia tra risorse della DSI e della DCB riveste per lo sviluppo strategico di TMI sui mercati internazionali.

Torneremo a parlare di TMI nei prossimi numeri, con contributi specifici sulla rete e sui servizi offerti.

Laura Nalli

DIAMO AL CLIENTE PRIORITÀ

*NEL CORSO DELLA
CONVENTION '96 DELLA DIVISIONE
CLIENTI PRIVATI IL RESPONSABILE
DELLA DIVISIONE, PIERO BERGAMINI,
HA AFFERMATO CHE "...TEMPO, GIOCO
DI SQUADRA, PRIORITÀ AL CLIENTE
DOVRANNO ESSERE I TEMI CHE
DOMINERANNO IL CAMMINO DELLA
DIVISIONE VERSO LA LIBERALIZZAZIONE
DEL MERCATO..."*

La Convention DCP. Da sinistra Tomaso Tommasi di Vignano e Piero Bergamini

Nella giornata dedicata alla presentazione delle strategie della Divisione e dei conseguenti piani operativi per il 1996, il Responsabile della Divisione, Piero Bergamini ha sottolineato come, nell'attuale contesto competitivo, fattore chiave di successo risulti la capacità della Divisione di adattare rapidamente i propri piani all'evolversi del mercato, e quindi di attivare in tempi stretti le operatività per presidiare la clientela, con particolare riferimento a quella più esposta alla concorrenza, per sviluppare i ricavi e per contenere i costi.

Nel corso della Convention, a sottolineare ulteriormente l'esigenza di "far in tempo le cose previste", su un maxi schermo un orologio scandiva il tempo rimanente al primo gennaio 1998, data della liberalizzazione totale del mercato delle telecomunicazioni, e su un altro schermo era mostrato l'arresto ai box per il rifornimento (pit stop) di una Ferrari durante un G.P. di

Formula 1, emblema di una squadra vincente le cui componenti essenziali sono velocità di azione, lavoro di squadra, responsabilità, competenza degli attori e al contempo disponibilità di una tecnologia avanzata.

Il Direttore Generale Tomaso Tommasi di Vignano, prendendo successivamente la parola, ha riconosciuto come il qualificato ed elevato contributo della Divisione Clienti Privati ha favorito il buon risultato economico conseguito nello scorso anno da Telecom Italia, ed ha messo in evidenza come, in uno scenario sempre più complesso, sia necessario realizzare, secondo i tempi e le modalità previste, tutti gli obiettivi sfidanti che la Divisione si è data per il 1996. In particolare ha ricordato le principali azioni programmate per l'anno in corso rivolte allo sviluppo del traffico (attraverso la commercializzazione di prodotti e servizi e con l'aumento della trasparenza sui consumi mediante la

documentazione degli addebiti), all'avvio di servizi innovativi (Telecom On Line e Memotel), al lancio del Cordless Mobility, al rinnovamento del rapporto con il cliente (Customer Care) che già a fine anno interesserà il 70% della clientela della Divisione, ed all'adeguamento delle competenze e delle conoscenze del personale tecnico operante nei Centri di Lavoro connesso alle nuove tecnologie.

Il Responsabile dello "Sviluppo Clienti" Salvatore Basile ha illustrato il Progetto di "Customer Service" mettendo in luce in particolare come lo sviluppo della personalizzazione del rapporto "proattivo" con il cliente coinvolga non solo i processi e la tecnologia ma principalmente la cultura, intesa come ascolto e comunicazione con il cliente, le competenze ed i comportamenti e quindi l'evoluzione delle strutture organizzative e dei ruoli professionali. L'Assistenza Tecnica in ottica di "Customer Care" è stata

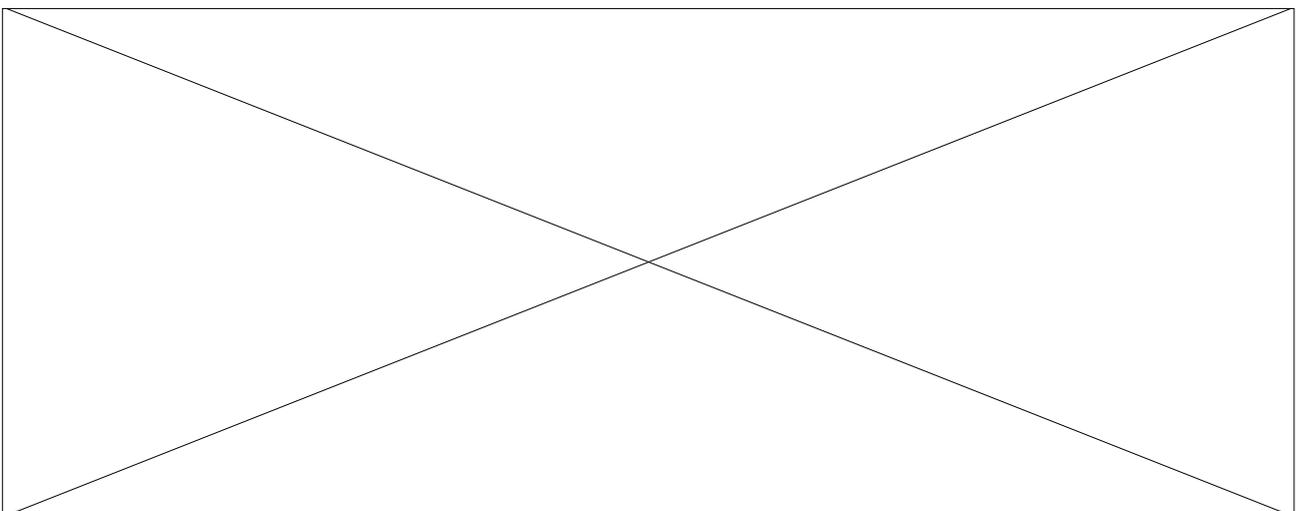
Osservatorio

presentata dal Responsabile della Rete di Accesso Florio Roani, che ha messo in evidenza come l'evoluzione nella cura del Cliente sia rivolta a migliorare la "Customer Satisfaction" e quindi ad aumentare la "Loyalty" del Cliente tramite azioni mirate su comportamento, formazione e tecnologia. Il Responsabile del Marketing Sergio Giovanni Fogli ha poi presentato le iniziative di marketing della Divisione e, in particolare, si è soffermato sul lancio dei servizi di Documentazione Addebiti e Memotel e sull'offerta dell'ISDN ed infine ha mostrato il posizionamento e le strategie di TELECOM nel mercato prodotti. Alvo Rocca, Coordinatore dell'Unità di Business "Telecomunicazioni a disposizione del Pubblico", ha indicato successivamente le strategie rivolte a tale mercato, sottolineando l'importanza del contributo fornito da questa Unità al risultato della Divisione, in quanto

rappresenta, in termini prospettici, circa un quarto del suo margine. Il mercato dei servizi telematici on-line ed il relativo posizionamento di Telecom On Line (offerta innovativa di servizi interattivi e multimediali nonché di accesso a Internet), è stato quindi descritto da Pier Paolo Bonazzi, Responsabile dei "Servizi Interattivi per la Clientela di Massa" che, nell'occasione, ha anche presentato una demo del servizio. Nell'intervento del Vice Presidente della Piaggio Veicoli Europei, Matteo Righero, testimone di un'Azienda operante in un mercato competitivo di largo consumo, sono state ritrovate modalità di approccio al mercato (marketing sofisticato e segmentato sui prodotti e sui servizi, per meglio rispondere alle specifiche esigenze della clientela) equivalenti a quelle precedentemente indicate dai relatori di Telecom. Il caso esposto è quindi risultato assai

incisivo ed estremamente utile per fornire concretezza ai temi trattati e, di conseguenza, è stato molto apprezzato dai partecipanti. La Responsabile della Qualità della Divisione Irene Di Nola ha poi presentato il Processo di Autovalutazione dello scorso anno e le azioni dell'anno in corso relative all'utilizzo del modello EFQM (European Foundation for Quality Management) come strumento gestionale di business nonché la pianificazione delle attività per la partecipazione al Premio EQA '97 (European Quality Award). A conclusione della Convention, sono stati consegnati i Premi per la Qualità della Divisione per il 1995, che sono stati assegnati alle Direzioni Regionali Trentino-Alto Adige (per la Customer Satisfaction), a Roma (Processi Innovativi), al Piemonte-Val d'Aosta (Processi), alla Calabria (Soddisfazione del Personale) ed a Milano (Fattori e Risultati).

Giuseppe Grimaldi



Un momento della Convention della Divisione Clienti Privati

Domenico Serafini

LA RETE NUMERICA INTEGRATA NEI SERVIZI

19 *Recensione di Roberto Pignatelli*

L'integrazione delle tecniche di commutazione e trasmissione permette ormai da tempo il trasporto in forma numerica di qualsiasi tipo di informazione all'interno di una rete di telecomunicazione. L'ISDN (Integrated Services Digital Network) è il primo esempio di rete numerica integrata nei servizi, che consente una connettività numerica da utente a utente e permette la fornitura di un'ampia gamma di prestazioni (voce, dati e video) e di differenti modi di comunicazione, che utilizzano sia le tecniche a commutazione di circuito che quelle a commutazione di pacchetto.

In questo contesto il libro ha l'obiettivo di sistematizzare concettualmente l'argomento dell'ISDN. In particolare, il capitolo 1 descrive l'architettura di rete, la struttura degli accessi e l'interfaccia utente-rete.

Nei capitoli 2 e 3 sono affrontate in dettaglio le tematiche inerenti l'accesso alla rete, illustrando sia gli aspetti trasmissivi degli accessi base e primario, che la segnalazione d'accesso.

La segnalazione tra i nodi della rete viene descritta nel capitolo 4, nel quale sono anche presentati brevemente gli aspetti di numerazione ed instradamento.

Il capitolo 5 si sofferma sulla tematica dei servizi, illustrando i concetti di base e l'applicazione al contesto della rete nazionale (servizio "pilota" e "larga scala").

Nel capitolo 6 viene presentata una panoramica sullo stato dell'arte dei terminali e delle applicazioni oggi possibili.

Il capitolo 7 riporta l'esperienza del Gestore pubblico italiano, evidenziando le fasi evolutive del servizio, gli aspetti commerciali e tariffari.

Il capitolo 8, infine, delinea gli aspetti evolutivi che condurranno alla realizzazione della rete ISDN a larga banda.

Il libro, nato dall'esperienza degli autori nella definizione delle specifiche della rete ISDN e nella formazione di personale diplomato e laureato sull'argomento, è correntemente utilizzato in corsi tenuti presso detta Scuola Superiore G. Reiss Romoli, oltre che essere anche consigliato in alcuni corsi universitari.



Mauro Giaconi
Roberto Piermarini
Paolo Semenzato

MODULAZIONE NUMERICA

Recensione di Roberto Pignatelli

I sistemi di trasmissione numerica sono basati su articolate premesse teorico concettuali, divenute via via sempre più complesse, la cui efficace comprensione è indispensabile per valutare le caratteristiche di tali sistemi. La letteratura al riguardo è ampia, ma di norma o si tratta di testi specialistici di difficile lettura, ovvero di semplificazioni sovente eccessive. Né è sempre agevole cogliere, dalle necessarie premesse teoriche, le implicazioni pratiche e le possibilità effettive che detti schemi concettuali offrono.

Questo libro intende, invece, effettuare una mediazione fra la necessaria impostazione formale e le applicazioni che da essa conseguono. Il libro, dopo una generale presentazione della teoria dell'informazione, esamina i vari aspetti dei sistemi di trasmissione, quali le modulazioni numeriche, i sistemi di sincronizzazione, i codici a controllo di errore. Si considerano anche le tecniche per la determinazione dello spettro dei segnali numerici.

Riguardo le modulazioni, accanto a quelle più tradizionali (ASK, QAM, PSK, FSK), si esaminano le modulazioni a fase continua, che consentono migliori prestazioni, come probabilità di errore e ingombro spettrale, a spese della complessità del ricevitore. Si trattano anche le modulazioni codificate (TCM) che, combinando la codifica di canale e la modulazione, permettono di contenere, a parità di condizioni, la probabilità d'errore, senza l'espansione di banda necessaria nel tradizionale processo di codifica.

La trattazione dei sistemi di sincronizzazione inizia dall'analisi dell'anello ad aggancio di fase (PLL), del quale si considera la stabilità, il comportamento asintotico anche in presenza di rumore e l'evoluzione in fase di acquisizione. Si descrivono poi i più diffusi schemi dei sincronizzatori di portante e di simbolo.

Riguardo ai codici a correzione d'errore, si esaminano le principali caratteristiche dei codici a blocco e di quelli convoluzionali.

Il testo è ricco di figure e grafici per una più efficace comprensione della complessa materia. Sono evitati, finché possibile, particolari prerequisiti teorici e nel testo si fa uso di una simbologia chiara e comprensibile.

