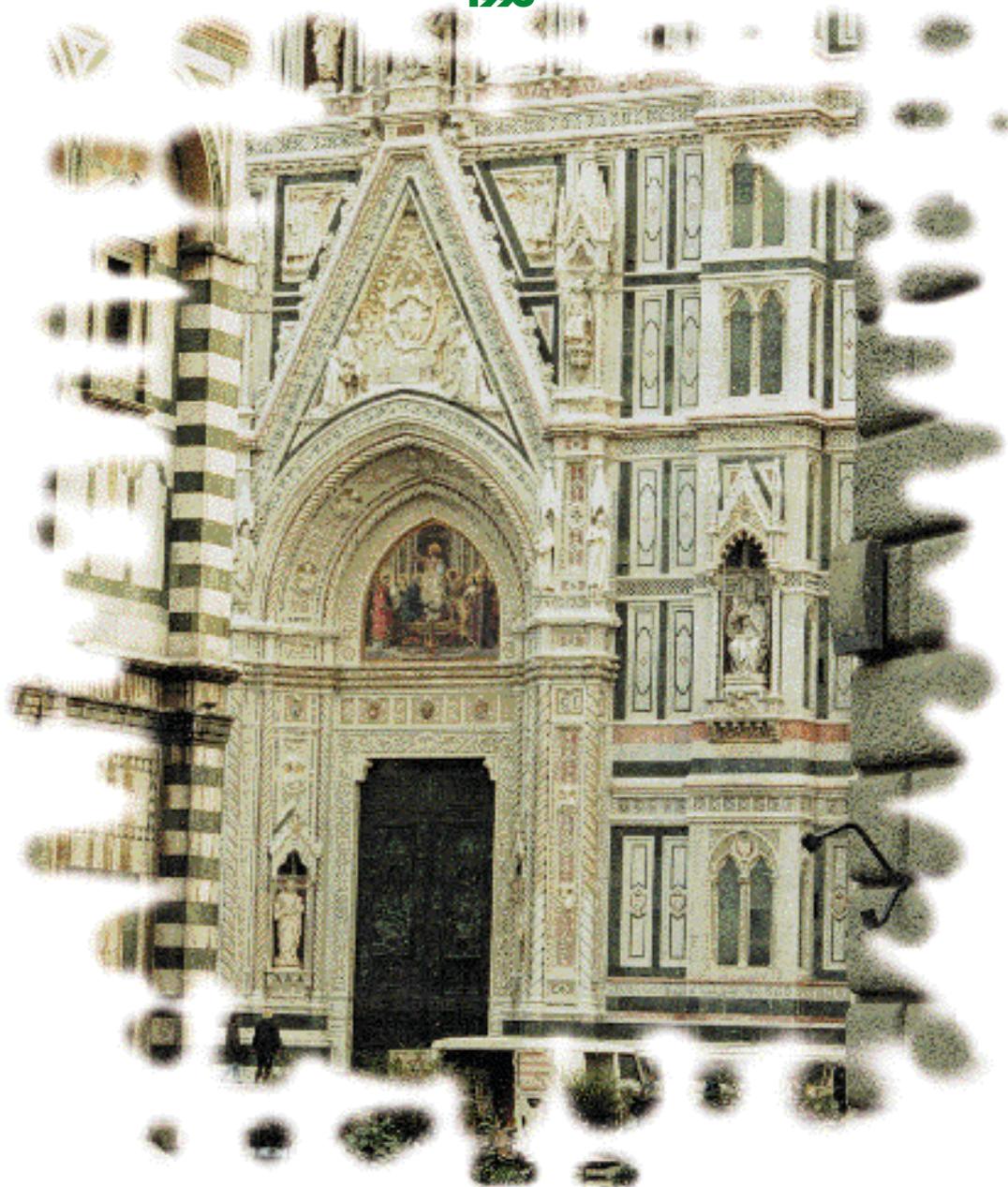


NOTIZIARIO TECNICO TELECOM ITALIA

**FIDO, IL TELEFONO
CHE TI FA SENTIRE
A CASA**

**ACCUMULATORI
DI ENERGIA E TLC**

anno 5
n.3
DICEMBRE
1996



Ai lettori

“Conservare un ruolo di leader”

Cari colleghi,

in questi ultimi tempi siamo stati protagonisti di numerose trasformazioni del servizio di telecomunicazioni che abbiamo fornito ai nostri Clienti e ci stiamo preparando a modificare ulteriormente la nostra offerta al mercato in modo da renderla sempre più ricca e diversificata.

Se ci voltiamo indietro a guardare il percorso che abbiamo seguito negli anni, specie negli ultimi, ci accorgiamo di quanta strada abbiamo saputo percorrere assieme e come sia cresciuta la nostra attenzione al Cliente e, più in generale, la cultura aziendale.

I risultati che abbiamo saputo conseguire sono anche frutto delle nostre conoscenze - del nostro know-how - che ci hanno permesso rapidamente di capire prima, e di attuare poi cambiamenti e aggiornamenti tecnologici di grande spessore alla rete pubblica di tlc.

Siamo ormai prossimi al 1998, anno a partire dal quale saremo chiamati ad una competizione globale nel mercato delle telecomunicazioni. Sono molto ottimista sulla capacità di Telecom Italia di saper conservare un ruolo di leader in questo mercato: perché nella sfida che si prepara ritengo di poter contare su un tessuto umano, interno alla Società, di grande valore.

Pur tuttavia non posso non incitare tutti noi a tenere alta la guardia sul presidio tecnologico che continuerà a costituire un asse portante della nostra attività futura. Il Notiziario Tecnico Telecom Italia rappresenta uno dei punti di riferimento attraverso i quali i Tecnici della nostra Società non solo si aggiornano, ma trovano spunti per proporre e per far cultura con i propri colleghi; in qualche modo la rivista può così continuare a essere un ideale crocevia in cui ritrovarsi per salvaguardare e per far lievitare sensibilmente le specifiche conoscenze.

Vi invito quindi a diventare sempre più gestori della vostra rivista suggerendo, proponendo e contribuendo alla sua redazione; in una parola, sentendola sempre più come un proprio bene da far fruttare nell'interesse di tutti.

È con questo auspicio che auguro a tutti i lettori interni a Telecom Italia un fattivo ed operoso nuovo anno ricco di successi, come o migliore di quello appena concluso, e a tutti i destinatari esterni l'invito a conoscerci meglio, anche attraverso la rivista.

Molto cordialmente.

L'Amministratore Delegato di Telecom Italia
Francesco Chirichigno



La tecnologia DECT: un'opportunità per l'offerta di nuovi servizi

GIORGIO PELLEGRINI

Lo standard DECT, sviluppato dall'ETSI a partire dal 1988, è contraddistinto da una notevole versatilità: esso, infatti, è utilizzato per terminali portatili domestici, in ambienti professionali associato a centrali private senza fili, in ambito pubblico per svariate applicazioni tra cui l'accesso alla rete pubblica o sistemi tipo "telepoint".

La prima delle applicazioni indicate è certamente, allo stato attuale, quella con potenziale di mercato più elevato. Tuttavia, l'interesse dei gestori è crescente anche verso gli altri tipi, in considerazione della flessibilità d'uso e delle prestazioni che sono rese possibili per la clientela. Una applicazione possibile riguarda l'estensione della rete fissa realizzata con il servizio Fido di Telecom Italia, di cui si tratterà negli articoli pubblicati in questo numero della rivista.

Questo articolo offre, a valle di alcune considerazioni di carattere generale, una panoramica dell'impiego nel mondo dello standard DECT, e di quello analogo PHS, delle attività degli operatori di Telecomunicazioni (DOG) e degli aspetti di regolamentazione nazionale e comunitaria, che assumono rilevanza determinante nello scenario competitivo sia nazionale sia europeo.

1. Generalità

Le esigenze di flessibilità e di facilità di accesso ai servizi di telecomunicazioni, e a quello telefonico in particolare, hanno dato luogo allo sviluppo di terminali senza fili ("cordless" nel linguaggio comune) che, nell'ambito domestico, consentono la comunicazione telefonica senza il vincolo di restare nell'ambito della portata del filo del microtelefono. La previsione di un significativo sviluppo di questi terminali ha indotto gli organismi di normativa europei a definire delle specifiche e delle normative per questo tipo di terminali che ne consentano l'uso con adeguate caratteristiche di sicurezza, di riservatezza e di qualità.

Lo standard *DECT* (inizialmente *Digital European Cordless Telephony* e successivamente *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) è stato sviluppato dall'Istituto Europeo per gli Standard nelle Telecomunicazioni *ETSI* (*European Telecommunication Standard Institute*) a partire dal 1988 con l'obiettivo di definire regole comuni per le comunicazioni senza fili in Europa. Esso soddisfa i requisiti dei terminali portatili domestici e le esigenze di ambienti professionali di centrali private senza fili. Sistemi che utilizzano lo standard DECT possono inoltre trovare applicazione in ambienti pubblici per sistemi di tipo "telepoint" e per accesso senza fili alla rete pubblica, soprattutto in aree rurali.

Lo standard DECT definisce, infatti, unicamente le modalità di connessione via radio tra due punti fisi-

ci ed è utilizzabile, quindi, per i rilegamenti di accesso di reti pubbliche e private. Come si vedrà con maggiore precisione in un successivo articolo [1], lo standard non include la specifica di altre funzionalità di rete quali, ad esempio, la commutazione e la segnalazione. Conseguentemente lo standard DECT non consente, da solo, la realizzazione di un sistema completo e autonomo e, quindi, dei relativi servizi.

Per loro natura, le soluzioni DECT possono essere adottate in contesti applicativi diversificati, arricchendone le prestazioni. È quindi evidente che il DECT non è un servizio, bensì uno standard che definisce i protocolli e le caratteristiche dell'interfaccia radio che, con profili diversi, può essere impiegata per la fornitura di differenti servizi/prestazioni/applicazioni, quali, ad esempio:

- a) cordless domestico;
- b) PABX wireless;
- c) servizi per Gruppi Chiusi d'utente;
- d) servizi di mobilità al pubblico;
- e) servizio supplementare al servizio telefonico di base;
- f) wireless local loop in alternativa al doppino fisico.

Risulta anche chiara la differenza tra lo standard DECT e gli standard per i servizi mobili per i quali è definito, infatti, un sistema completo di rete e di servizi comprendente, quindi, anche le funzionalità di segnalazione, commutazione e gestione.

I parametri più significativi del DECT, dei quali l'articolo [1] tratterà in modo più esauriente ed espli-

cativo, sono riassunti nella tabella 1.

Le caratteristiche tecnologiche e di prestazione dei sistemi basati sullo standard DECT suscitano inoltre notevole interesse per le possibilità offerte ai gestori di rete fissa di arricchire i servizi di telecomunicazione

Banda di frequenza	1,88 ÷ 1,9 GHz
Frequenze portanti nella banda	10
Canali per banda	12 bidirezionali
Numero complessivo di canali	120
Tecnica di trasmissione	numerica a 32 kbit/s
Potenza massima in trasmissione	250 mW
Potenza media in trasmissione	10 mW
Area di copertura	150 ÷ 200 m all'aperto 30 ÷ 50 m in edifici
"Densità" di impiego	500 canali/MHz/km ²
Capacità di smaltimento del traffico	10.000 Erl/km ²

Tabella 1 Caratteristiche del DECT.

con prestazioni aggiuntive. D'altra parte, anche i gestori di servizi mobili trovano nelle soluzioni basate sullo standard DECT la possibilità di risolvere problemi di saturazione in zone ad elevata concentrazione di utenza. In ogni caso, i sistemi basati sullo standard DECT consentono di soddisfare in modo efficace le crescenti esigenze di flessibilità della clientela, in particolare quelle di gestione degli spostamenti, sia pure limitata all'ambito urbano, e quindi di agevole reperibilità.

Infatti, la capacità molto elevata di smaltire il traffico, l'ampia gamma di applicazioni, la disponibilità di standard maturi, la qualità della voce, la limitata potenza delle emissioni a radiofrequenza, la facilità di installazione degli apparati, rendono i "sistemi DECT" particolarmente adatti per impieghi in contesti urbani ad alta densità abitativa.

L'affermarsi di soluzioni basate sull'impiego dello standard DECT, così come lo sviluppo dei sistemi radiomobili GSM (e, in prospettiva di breve-medio termine, del DCS1800) sono passi significativi verso il concetto di "comunicazione personale" UPT (*Universal Personal Telecommunication*) nella terminologia degli organismi di standardizzazione internazionale. L'UPT consentirà a ciascun cliente di accedere ai "propri" servizi indipendentemente dalla sua localizzazione geografica, dal tipo di terminale impiegato - purché idoneo al servizio -, dalla rete cui è connesso.

I vantaggi presentati dalla soluzione DECT sono stati posti in evidenza anche dall'Unione Europea che nel 1991 ha emanato una Raccomandazione per incoraggiare ogni sforzo indirizzato allo sviluppo di infrastrutture adatte all'impiego di apparati con tecnologia DECT.

In considerazione di quanto si è detto finora, sin dai primi anni Novanta sono state avviate numerose

sperimentazioni basate sull'impiego dello standard DECT, da parte di gestori sia di rete fissa sia di rete mobile. In alcuni Paesi, inoltre, sono state avviate recentemente anche significative esperienze di offerta commerciale di servizi basati sull'impiego di sistemi con questo standard.

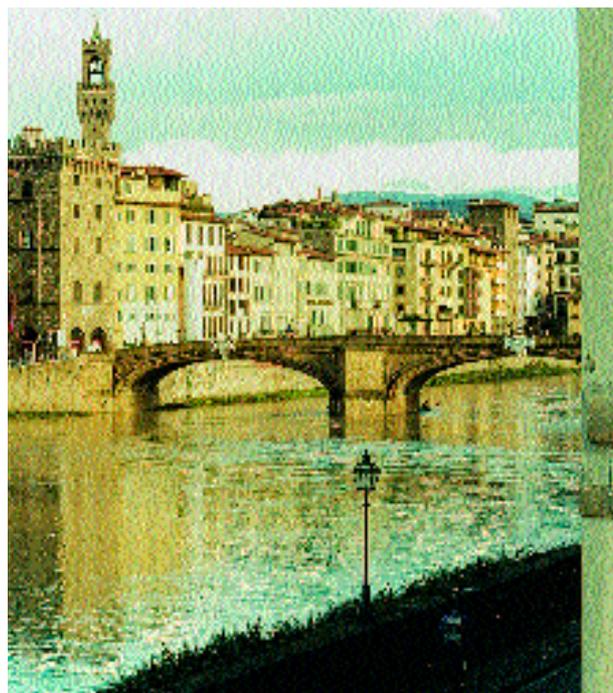
D'altra parte, l'attenzione dei gestori per le opportunità offerte dallo standard ha portato alla costituzione di un Gruppo di Interesse sulla tecnologia DECT, denominato *DOG (DECT Operators Group)*, sulla cui attività si tornerà al paragrafo 3 di questo stesso articolo.

È da sottolineare, infine, che l'evoluzione dei servizi basati sulla tecnologia DECT è fortemente condizionata dagli aspetti di regolamentazione che rivestono un ruolo chiave nella definizione delle regole competitive, in particolare per quanto riguarda i rapporti tra servizi fissi e mobili. È elevato, ad esempio, in gran parte del mondo l'interesse per gli sviluppi di terminali "Dual Mode" DECT-GSM per le attraenti prospettive offerte dalla possibilità di accedere in due modi diversi alla stessa rete.

2. L'offerta di servizi di reperibilità locale nel mondo

Le caratteristiche e le modalità di offerta di servizi di reperibilità locale o di accesso radio alla rete di telecomunicazioni sono estremamente diversificate nei diversi Paesi dove essi sono stati introdotti. Nella tabella 2 si riporta una sintesi delle esperienze di sperimentazione o commerciali che appaiono più significative. Di alcune di queste si daranno nel seguito ulteriori informazioni.

Il Giappone è il primo Paese nel quale ha avuto successo l'offerta di un servizio di mobilità locale. La crescita del numero di abbonati al servizio (si veda la



Lungarno - Firenze, installazione di una stazione radio DECT.

Nazione	Gestore	Standard di accesso	Copertura	Status
Giappone	NTT Personal, DDI Pocket, Astel Group	PHS	Tokio, Sapporo, Kansai	Servizio commerciale (4,3 milioni utenti a ottobre '96)
Francia	France Télécom	CT2	Parigi, Strasburgo, Lille	Servizio commerciale (85.000 utenti a ottobre '96)
Finlandia	Helsinki Telephone Company	DECT	Helsinki, Porvoo, Järvenpää	Servizio commerciale (1000 utenti a ottobre '96)
Francia	Compagnie Générale des Eaux	DECT	St. Maur des Fosses	Sperimentazione
Norvegia	Telenor	DECT	Forde	Sperimentazione
Spagna	Telefonica	DECT	Due aree residenziali e centro commerciale in Madrid	Sperimentazione
Svezia	Telia	DECT/GSM	Lund	Sperimentazione
Germania	RWE Telliance	DECT/GSM	Gelsenkirchen	Sperimentazione
Germania	Detemobil	DECT/GSM	Bonn	Sperimentazione

Tabella 2 Alcune sperimentazioni ed offerte commerciali di servizi di reperibilità locale nel mondo.

figura 1) è stata particolarmente rapida e non ha ostacolato lo sviluppo parallelo dei servizi radiomobili che hanno visto, nello stesso periodo, incrementare di oltre otto milioni il numero di clienti. Il servizio offerto in Giappone, che si basa sullo standard nazionale *PHS* (*Personal Handyphone System*) descritto dal punto di vista tecnico in un articolo successivo [1], presenta notevoli analogie, con l'approccio seguito da Telecom Italia, descritto nell'articolo [2]. La fase sperimentale è iniziata nel 1993 a Sapporo e a Tokyo mentre l'avvio commerciale è avvenuto nel luglio del 1995. Alla fine di ottobre 1996 il numero di utenti del servizio era già di oltre 4,3 milioni. La copertura globale di Tokyo è

planificata per la fine del 1996. Il PHS si rivolge ad un mercato di massa e punta a far crescere complessivamente il mercato dei servizi di mobilità, allargandone le basi. È da rilevare, peraltro, che, in Giappone, il consistente sviluppo del PHS connesso con la rete fissa è anche favorito dalle politiche commerciali dei gestori dei servizi radiomobili.

Negli Stati Uniti d'America sono da registrare attività di sperimentazione di nuovi servizi mobili e di sviluppo dei sistemi su cui si basa l'offerta per questi servizi. Questo sviluppo è condizionato da scelte ed indirizzi dell'Autorità di Regolamentazione relativi all'assegnazione delle licenze per i servizi di comunicazione personale (*PCS - Personal Communications Services*) in un contesto di ampi mutamenti regolatori nel settore delle telecomunicazioni. Le attività sui servizi di comunicazione personale riguardano sperimentazioni e offerta di molteplici applicazioni per diversi segmenti di clientela, da parte di grandi gruppi presenti sul mercato con le diverse tecnologie a disposizione (radiomobile, DCS 1800, soluzioni equivalenti al DECT).

La situazione in Europa si presenta notevolmente differenziata. Gli indirizzi adottati dai diversi Paesi nei confronti del DECT variano significativamente da sperimentazioni tecniche molto limitate ad of-

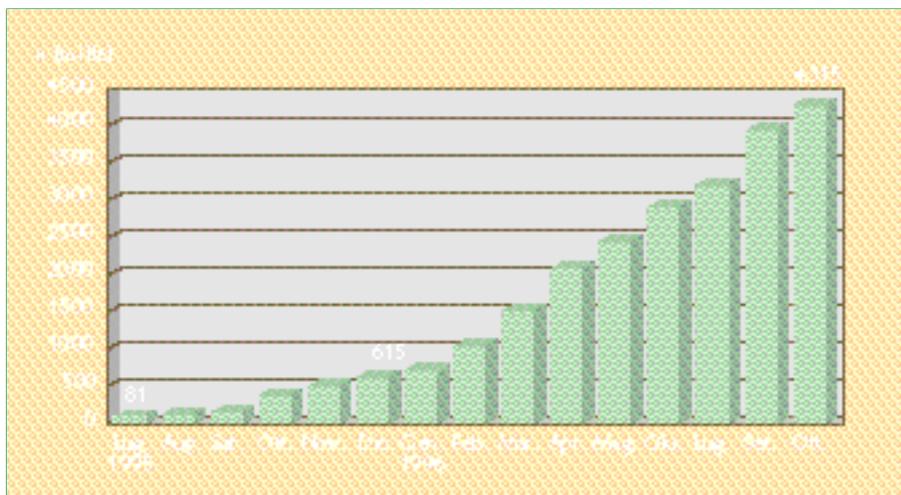


Figura 1 Crescita in Giappone degli abbonati al servizio Personal Handyphone System.

LO STANDARD DECT

- Lo standard DECT definisce le modalità di connessione via radio tra due punti fisici ma non specifica funzionalità di rete quali la commutazione e la segnalazione; esso, da solo, non consente perciò la realizzazione di un sistema completo e autonomo e, quindi, dei relativi servizi.
- L'impiego diffuso dello standard DECT, insieme allo sviluppo di sistemi radiomobili GSM e, in prospettiva, DCS 1800 avvicina la disponibilità delle *comunicazioni personali*.
- Sia i gestori europei sia l'Unione Europea hanno concretamente dimostrato elevato interesse per l'affermazione dello standard DECT attraverso iniziative che ne facilitano l'impiego.
- Tra quelle rese possibili dallo standard DECT, Telecom Italia ha adottato una modalità di applicazione che estende all'ambito pubblico le prestazioni, ben note alla clientela residenziale, del cordless domestico. In tal modo si accresce il valore della linea telefonica fissa, che continua comunque ad essere il riferimento per le chiamate che raggiungono la clientela.

ferte commerciali. Numerosi sono i Paesi nei quali sono in corso sperimentazioni: Francia, Gran Bretagna, Germania, Spagna, Finlandia, Svezia, Norvegia, Danimarca, Svizzera, Ungheria; più modesto è invece il numero dei Paesi in cui è già presente un'offerta commerciale: Francia e Finlandia.

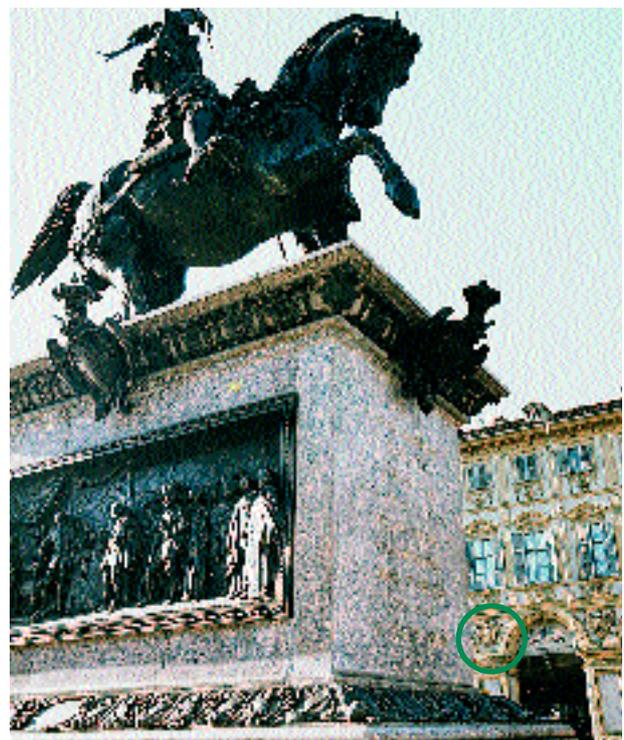
L'esperienza francese di un servizio locale fornito da France Télécom agli utenti di Parigi, Strasburgo e Lille e denominato BI-BOP, rappresenta un esempio interessante di posizionamento di offerta ben distinta da quella di servizi mobili: l'obiettivo è il soddisfacimento delle esigenze di nuovi segmenti di clientela attraverso l'offerta di un servizio che consente di chiamare ovunque, in Francia e nel resto del mondo, a condizione che il cliente si trovi nei pressi (100-200 metri) di una antenna appositamente segnalata da una fascia colorata. Non a caso, il BI-BOP è stato soprannominato "la cabina in tasca". Il servizio consente anche di ricevere chiamate; ma in questo caso l'utente deve effettuare una serie di azioni per segnalare la propria presenza nell'area di copertura dell'antenna, utilizzando appositi tasti. Dopo queste predisposizioni, le telefonate in arrivo sono indirizzate automaticamente verso la zona in cui è stata segnalata la presenza o verso quella da cui è stata effettuata l'ultima chiamata. È probabile che il modesto successo del BI-BOP sia da attribuire proprio alla complessità delle modalità di accesso al servizio.

Un approccio alternativo, pure interessante, è seguito in Francia dalla CGE (*Compagnie Générale des Eaux*). In un'area limitrofa di Parigi (Saint Maur des Fosses) è stata effettuata una sperimentazione consistente nell'offerta, ai propri clienti del servizio televisivo via cavo, di un servizio di mobilità locale mediante l'accesso DECT.

In Finlandia è stato lanciato nel 1994, dalla Helsinki Telephone Company, un servizio analogo basato sullo standard DECT, denominato "City Phone". Esso è fornito sia come estensione della linea

fissa sia indipendentemente da questa. La copertura è limitata al centro delle città di Helsinki, Porvoo, Järvenpää. Sono stati anche coperti alcuni centri commerciali di Helsinki, la stazione ferroviaria e un'area industriale di Porvoo. Il servizio è indirizzato prevalentemente alla clientela residenziale e a quella dei piccoli affari, presso la quale si è riscontrato il maggiore interesse.

In Spagna, Telefonica ha avviato, a metà del 1995, una sperimentazione tecnica a Madrid. Essa è stata effettuata realizzando la copertura radio di due zone residenziali e di un centro commerciale.



Piazza San Carlo - Torino, installazione di una stazione radio DECT.

3. DECT Operators Group (DOG)

A conferma dell'interesse che le applicazioni rese possibili dalla disponibilità dello standard DECT rivestono per i gestori europei, nel corso del 1994 su iniziativa di alcuni di questi è stato costituito il DECT Operators Group, definito come "gruppo di interesse all'impiego della tecnologia DECT". Telecom Italia fa parte del Gruppo sin dalla fase iniziale.

Gli obiettivi principali del Gruppo sono tesi a:

- promuovere l'uso della tecnologia DECT;
- attivare un forum per lo scambio di informazioni di mercato, tecniche e relative alle esperienze maturate in occasione di sperimentazioni;
- fornire supporto e contributi ai gruppi incaricati della standardizzazione del DECT;
- coordinare le azioni di supporto ai processi di standardizzazione per accelerarne il conseguimento dei risultati;
- promuovere l'interesse per il DECT all'interno e all'esterno dell'Europa;
- assicurare al DECT il più ampio mercato possibile.

Il Gruppo, in continua espansione, conta attualmente circa trenta gestori di rete fissa e mobile, operanti in ambito europeo ed extraeuropeo. Il Gruppo sarà trasformato a breve da "Gruppo di interesse" a "DECT Forum" con il conseguente allargamento della partecipazione anche ad altri comparti industriali quali, ad esempio, quello manifatturiero.

4. Evoluzione normativa e scenario competitivo

La liberalizzazione crescente dei servizi di telecomunicazioni e la rapida evoluzione normativa propon-

gono al gestore nuovi schemi e nuove modalità di approccio alla definizione e all'offerta di nuovi servizi. Il quadro normativo presente prevede che l'offerta del servizio telefonico di base sia effettuata da Telecom Italia in regime di monopolio fino al 31 dicembre 1997. Sono, viceversa, già liberalizzati sia i terminali e i sistemi d'utente sia i servizi dati (trasporto e valore aggiunto), i servizi internazionali (fonia e dati) per la clientela business (rivendita) e la semplice rivendita a livello nazionale per i Gruppi Chiusi di Utenti.

Con riferimento specifico al DECT, in diverse occasioni l'Unione Europea è intervenuta per fornire indicazioni e raccomandazioni sulle modalità di impiego dello standard.

- Il 3 giugno 1991 il Consiglio emana la Raccomandazione 91/288 "sull'introduzione coordinata nella Comunità delle telecomunicazioni numeriche europee senza filo (DECT)": con questa Raccomandazione si invitano gli Stati membri a creare le condizioni necessarie per l'introduzione coordinata nella Comunità Europea della tecnologia DECT.
- Nello stesso giorno il Consiglio emana anche la Direttiva 91/287 "sulla banda di frequenza da assegnare per l'introduzione coordinata nella Comunità di un sistema numerico di telecomunicazione senza filo (DECT)" che assegna al DECT la banda di frequenze 1880-1900 MHz.
- Il 18 luglio 1994 la Commissione pubblica la Decisione 94/471 "sulla regolamentazione tecnica comune relativa ai requisiti generali di collegamento dei terminali per le telecomunicazioni numeriche europee senza filo (DECT)" per l'armonizzazione dei requisiti tecnici generali di collegamento delle apparecchiature terminali.
- Il 27 aprile 1994 il Consiglio pubblica il "Libro Ver-

IL DECT NELLE DIRETTIVE EUROPEE

- **Nell'aprire alla concorrenza i mercati delle comunicazioni mobili e personali, gli Stati membri dovrebbero privilegiare l'uso di norme paneuropee in materia, quali GSM, DCS 1800, DECT e ERMES, per consentire lo sviluppo e la prestazione transfrontaliera di servizi di comunicazioni mobili e personali.**
- **Anche i servizi di telecomunicazioni numeriche europee senza filo rappresentano un elemento essenziale per l'evoluzione verso le comunicazioni personali. DECT costituisce un'alternativa all'attuale accesso del circuito locale alla rete telefonica pubblica commutata. Il 3 giugno 1991 il Consiglio con direttiva 91/287/CEE ha assegnato le bande di frequenza per l'introduzione coordinata nella Comunità di un sistema numerico di telecomunicazioni senza filo (DECT) da porre in atto entro il 31 dicembre 1991. Tuttavia, alcuni Stati membri impediscono l'impiego di queste frequenze per i servizi in questione in quanto non concedono le licenze alle imprese intenzionate ad avviare l'offerta di servizi DECT. Qualora gli organismi di telecomunicazioni beneficiassero di diritti esclusivi per l'installazione della rete telefonica pubblica commutata, questo rifiuto avrebbe la conseguenza di rafforzare la loro posizione dominante e inoltre di ritardare la comparsa dei servizi di comunicazioni personali, limitando pertanto lo sviluppo tecnico a danno dei consumatori, contrariamente a quanto sancito dall'articolo 90 in combinato disposto con l'articolo 86, lettera b), del trattato. Per poter ovviare a tale situazione, gli Stati membri che non hanno ancora istituito una procedura per la concessione di queste licenze dovrebbero procedere in tal senso entro un periodo di tempo ragionevole.**

de relativo ad un approccio comune nel settore delle comunicazioni mobili e personali nell'Unione Europea" che promuove la rapida introduzione del DECT, anche in vista dello sviluppo dei servizi di comunicazioni personali (PCS) attraverso la convergenza tra reti fisse e mobili.

- Il Consiglio pubblica poi, il 29 giugno 1995, la Risoluzione 95/188 "sull'ulteriore sviluppo delle comunicazioni mobili e personali nell'Unione Europea" che indica come prioritario il tempestivo accesso alle frequenze DECT e la rapida disponibilità di un adeguato spettro di frequenze su base pan-europea per sostenere lo sviluppo nel settore mobile di tecnologie e sistemi esistenti.
- Successivamente, il 28 novembre 1995, il Consiglio pubblica la Decisione 95/525 della Commissione "sulla regolamentazione tecnica comune relativa ai requisiti di connessione delle apparecchiature terminali destinate al sistema numerico europeo di telecomunicazione senza filo (DECT) - applicazione del profilo d'accesso pubblico (PAP)" per l'armonizzazione dei requisiti di connessione per le apparecchiature terminali.
- Infine, il 16 gennaio di quest'anno, la Commissione emana la Direttiva 96/2 "che modifica la direttiva 90/388 in relazione alle comunicazioni mobili e personali" e che prevede il rilascio, a partire dal 15 febbraio 1996, di licenze per le applicazioni di accesso alla rete pubblica/telepoint, in particolare per sistemi operanti in base alla norma DECT.

Il tema dell'utilizzazione dello standard DECT è quindi da molti anni all'attenzione degli Organismi Comunitari che hanno ripetutamente fornito indicazioni sull'opportunità che lo standard sia adottato diffusamente e che si impieghino largamente sistemi che ne fanno uso.

In ambito nazionale sono in vigore anche due decreti che introducono le normative europee:

- il Decreto Ministeriale PP.TT. del 18 marzo 1994 che attua la Direttiva 91/287 sulla banda di frequenza da assegnare per l'introduzione coordinata nella Comunità di un sistema numerico di telecomunicazione senza filo (DECT). Esso stabilisce che "la Banda di frequenza 1880-1900 MHz è assegnata su base prioritaria al sistema di telecomunicazioni numerico europeo al quale deve essere accordata protezione";
- il Decreto Ministeriale PP.TT. del 29 settembre 1995 sull'adozione di regole tecniche comuni per l'approvazione delle apparecchiature terminali per le telecomunicazioni numeriche europee senza filo (DECT).

A valle dell'emanazione della Direttiva 96/2 e con il suo recepimento nell'ordinamento legislativo italiano, è quindi sancita l'abrogazione dei diritti speciali ed esclusivi relativi alla fornitura di servizi di comunicazione mobile e personale. Questi servizi sono quindi in regime liberalizzato e ne è consentita l'offerta al pubblico previo rilascio di *concessione* da parte del Ministero PP.TT. L'uso della tecnologia DECT, sia per l'accesso radio alla rete fissa sia come supporto alla fornitura di servizi che consentano una reperibilità locale, è permesso dopo il rilascio di una *autorizzazione* da parte dello stesso Ministero.

L'impiego della tecnologia DECT per l'offerta di

Telecom Italia del servizio Fido risponde pienamente ai mandati Comunitari, che ne raccomandano e che ne incentivano l'uso. L'offerta del servizio rientra, d'altra parte, nell'ambito della Concessione data a Telecom Italia poiché Fido è strettamente integrato con il servizio telefonico di base come qualunque altro Servizio Telefonico Supplementare (prevede ad esempio l'uso dello stesso numero telefonico della rete fissa), e non ne è certamente sostitutivo.

5. Conclusioni

Il DECT è uno standard innovativo per le comunicazioni radio che apre numerose possibilità di offerta di servizi. Alcuni di questi servizi sono ben noti, quali l'impiego domestico del cordless; altri, più complessi, presentano notevole interesse commerciale: centrali private senza fili (wireless PABX), servizi di mobilità per gruppi chiusi di utenti (comprensori residenziali, clientela affari), servizi di mobilità al pubblico, accesso radio alla rete fissa (wireless local loop) in alternativa al doppino di rame, prestazioni supplementari al servizio telefonico di base.

Le caratteristiche di prestazioni di alta qualità offerte dai sistemi DECT (ad esempio: eccellente qualità della voce, protezione contro le intrusioni, lunghi tempi di operatività delle batterie) fanno di questo standard un mezzo potente per offrire servizi e applicazioni altamente qualificati ad una clientela anche molto esigente.

La strada intrapresa da Telecom Italia con l'offerta del servizio Fido è coerente con l'impostazione strategica della Società che intende perseguire l'offerta di servizi avanzati e di interesse per la clientela, anticipandone anche le esigenze, utilizzando le tecnologie più innovative e in coerenza con i dettami dell'Unione Europea per il progresso delle telecomunicazioni nell'Europa Comunitaria.

Bibliografia

- [1] Dionisi, S.: *Architettura di rete per un sistema cordless urbano a standard DECT*. Su questo numero del *Notiziario Tecnico Telecom Italia*, pp. 11-26.
- [2] Loriga, M. L.; Morena, G.; Testa, M.: *Il servizio Fido*. Su questo numero del *Notiziario Tecnico Telecom Italia*, pp. 27-37.



Giorgio Pellegrini, nato a Sulmona il 13 ottobre 1946, si è laureato con lode in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino nel 1969.

Ha iniziato la sua attività lavorativa presso lo CSELT, il Centro di ricerca della STET a Torino, nell'ambito della trasmissione in cavo e fibra ottica. Nel 1984 è passato alla Ricerca e Sviluppo della Direzione Generale della SIP della quale è divenuto responsabile nel 1993.

Nel 1995 ha assunto la responsabilità della Linea Ideazione Nuovi Servizi nell'Area Strategie, Pianificazione e Controllo. Ha rivestito numerosi incarichi in Organismi di normativa nazionale ed internazionale (ETSI, ITU-T). È autore di oltre 40 articoli ed ha collaborato alla redazione di due libri. È membro dell'AEL.

Architettura di rete per un sistema cordless urbano a standard DECT

SANDRO DIONISI

La tecnologia DECT è ormai diffusamente apprezzata per la versatilità e le molteplici applicazioni che può trovare nei diversi ambienti: privato - abitazione o ufficio - e pubblico.

L'articolo, dopo una esposizione sintetica sui passi che hanno portato alla definizione dello standard DECT, illustra le possibili soluzioni di rete per l'impiego della tecnologia DECT come accesso alla rete pubblica, trattando in seguito in modo più diffuso la soluzione individuata da Telecom Italia per l'offerta del servizio Fido.

L'approccio seguito nella trattazione è quello di fornire una panoramica generale sui vari aspetti attinenti alla struttura di rete adottata, lasciando a successivi articoli l'approfondimento su alcuni temi specifici, quali ad esempio la descrizione degli apparati.

Nell'ultima parte dell'articolo sono presentati i principali elementi emersi dalla sperimentazione tecnica che Telecom Italia ha condotto presso le città di Brindisi e Reggio Emilia.

1. Introduzione

Nel 1985 la CEPT avviò la normalizzazione di una nuova generazione di telefoni senza filo (cordless). A quel tempo, in Europa, erano in vigore diversi standard nazionali che definivano le bande di frequenza da assegnare ai cordless, la potenza di trasmissione, lo spettro radio e la connessione alla rete telefonica pubblica (PSTN), ma lasciavano libere le singole industrie di scegliere i protocolli per l'interconnessione radio. In Europa erano allora proposte due diverse soluzioni tecniche per l'accesso radio: la prima a divisione di tempo (TDMA/TDD) formulata dalla Svezia, l'altra a divisione di frequenza (FDMA/TDD) proposta dalla Gran Bretagna. La soluzione inglese portò allo standard *Cordless Telephone* di seconda generazione (CT-2) che risultò la prima normativa di cordless numerici: il CT-2 risultava, infatti, una evoluzione dei cordless analogici CT-0 e CT-1. La proposta svedese condusse invece allo standard nazionale *DCT900* (*Digital Cordless Telephone a 900 MHz*) anche noto come CT-3.

Nel frattempo, la CEPT, nel gennaio 1988, decise di basare il nuovo standard dei telefoni cordless numerici sulla tecnologia MC/TDMA/TDD. Con la costituzione dell'ETSI nel 1988 l'attività passò dalla CEPT al gruppo RES3 dell'ETSI che nel 1992 pubblicò il documento ETS 300 175 sullo standard DECT.

L'attenzione mostrata in campo internazionale e gli standard via via definiti dagli organismi di normazione consentono di affermare che il DECT nasce come una normativa per telefoni cordless armonizzata a

livello europeo sulla base degli studi svolti per i telefoni senza filo e della esperienza acquisita con i sistemi cordless precedenti. All'inizio dei lavori, *DECT* stava infatti per *Digital European Cordless Telephony* e le attività erano focalizzate sulla definizione degli standard per la trasmissione del segnale vocale; ben presto fu però deciso di ampliare l'obiettivo della normativa: il DECT fu considerato come possibile accesso ad altre reti (PSTN, ISDN, GSM ...) e la "T" dell'acronimo fu modificata in Telecommunications (1989) per sottolineare che il DECT doveva consentire il trasporto non solo della fonia, ma anche dei dati.

In tempi più vicini (1995), per tener conto della espansione che la tecnologia DECT sta avendo anche in Paesi non europei, l'acronimo è stato nuovamente modificato e oggi sta per *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*.

Può essere osservato che, contrariamente a quanto è avvenuto per gli standard dei sistemi cellulari, la normativa sul DECT non definisce alcun requisito per la rete a cui l'interfaccia radio DECT dà accesso.

A questo proposito l'ETSI è, infatti, molto chiaro: "*DECT is a general radio access technology for short range wireless telecommunications..... as a general access technology is specified to provide access to a large number of local and public networks* (ETR 178, ottobre 1995)" (DECT è una generica tecnologia per l'accesso radio di corto raggio ... come tale è specificato per permettere l'accesso ad un gran numero di reti locali e pubbliche). La figura 1 chiarisce meglio questa definizione mettendo in evidenza sia le principali caratteristiche della tecnologia DECT sia alcune applicazioni nelle

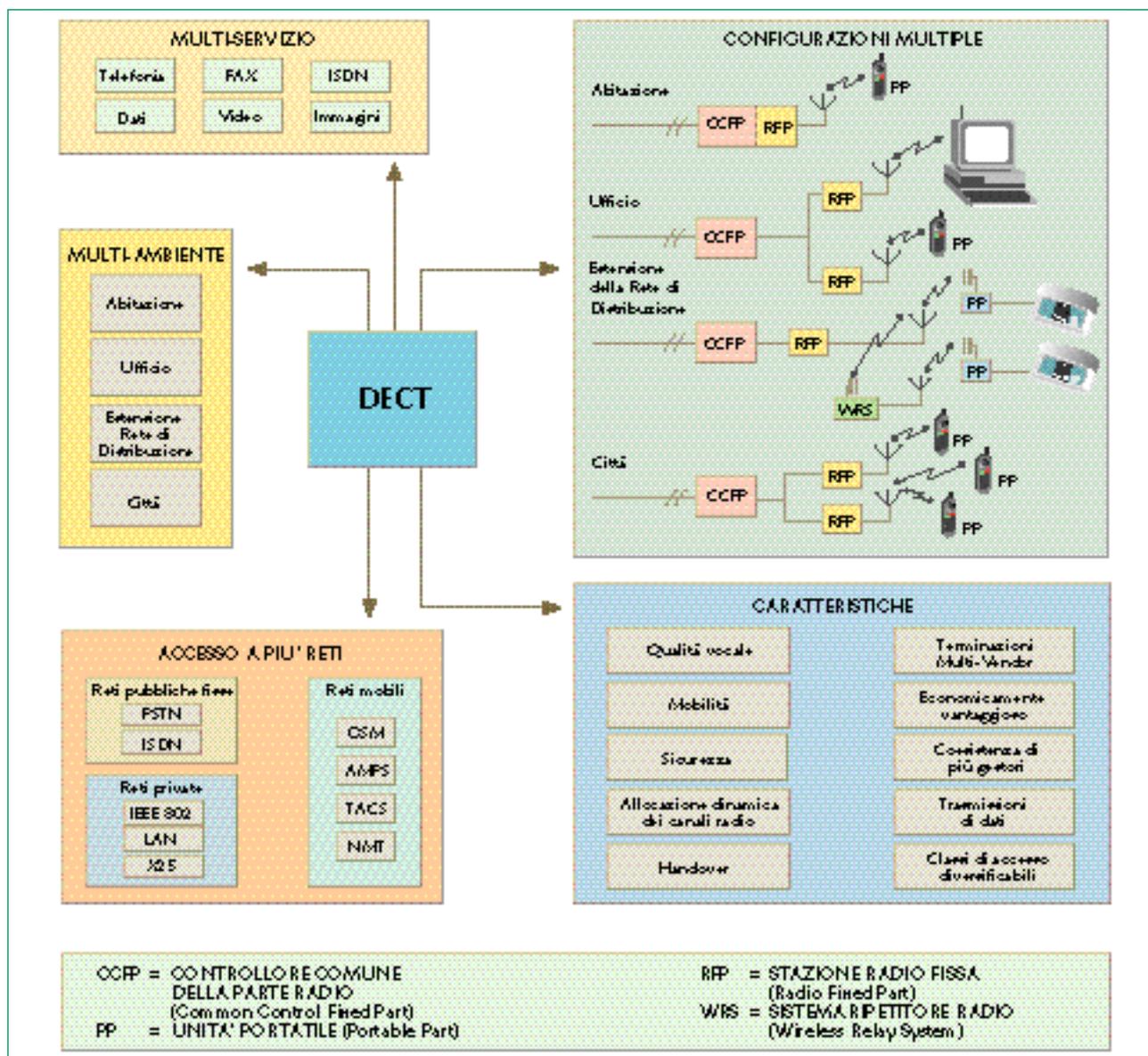


Figura 1 Il DECT: un accesso radio per molteplici servizi ed applicazioni.

quali può essere impiegato l'accesso DECT.

Per quanto riguarda le applicazioni DECT con interconnessione alla rete pubblica, come già illustrato nell'articolo [1], diversi gestori pubblici delle TLC hanno effettuato, o hanno in corso, sperimentazioni per verificare la validità delle soluzioni tecniche adottate.

In questo scenario, anche Telecom Italia ha analizzato la possibilità di offrire un accesso radio alla rete fissa per consentire agli utenti di impiegare il proprio terminale cordless, sempre mantenendo il numero telefonico di casa, sia presso la propria abitazione sia in strada nell'ambito della propria città sia anche in zone circoscritte ad alta densità di traffico o di particolare interesse per il servizio.

In questo articolo sono esaminate anzitutto le diverse soluzioni tecniche adottate da diversi gestori; sono poi analizzate le caratteristiche peculiari delle diverse soluzioni e sono confrontate con le scelte ope-

rate da Telecom Italia. E' infine presentata la sperimentazione tecnica che Telecom Italia ha condotto nel periodo dicembre 1995 - settembre 1996 nelle città di Reggio Emilia e Brindisi utilizzando apparati Italtel: sono approfonditi in particolare gli aspetti legati alla copertura radio e sono mostrati i principali risultati emersi dalle prove.

L'obiettivo principale dell'articolo è quindi quello di presentare nel modo più completo possibile le tematiche e gli aspetti generali di rete della soluzione realizzata da Telecom Italia. Alcuni argomenti, quali la descrizione degli apparati utilizzati, dei relativi aspetti di esercizio e manutenzione e degli aspetti di propagazione, qui trattati in maniera generale e tuttavia sufficiente per una prima analisi delle diverse problematiche in gioco, saranno oggetto di approfondimenti in articoli a tema che saranno pubblicati nei successivi numeri del Notiziario Tecnico.

DECT: CARATTERISTICHE DELL'ACCESSO RADIO

Banda di frequenza: 1880 - 1900 MHz di tipo

Tecnica di accesso: la tecnica di accesso adottata dal sistema DECT è di tipo misto MC/TDMA/TDD:

MC (Multi Carrier): la banda a disposizione è suddivisa in più portanti radio: in particolare nei 20 MHz disponibili sono allocate dieci portanti radio (canali radio) spaziate di 1728 kHz.

TDMA (Time Division Multiple Access): l'accesso multiplo da parte dei terminali avviene a divisione di tempo. Ogni portante radio può essere condivisa da più utenti; per ottenere questa condivisione la trasmissione è quindi organizzata in trame. Ciascun trasmettitore ha un dato intervallo di tempo (time slot) per trasmettere o ricevere un "burst" di segnale. Oltre ai bit di informazione nel burst è trasmesso un preambolo (bit di valore noto) che serve in ricezione per il recupero dei sincronismi. Le trasmissioni dei burst devono essere sincronizzate; poiché tuttavia non è possibile avere una perfetta sincronizzazione dei segnali occorre tener conto della dispersione dei ritardi dovuti alla propagazione ed è quindi necessario prevedere un tempo di guardia tra un burst e quello successivo. Ogni singola trama TDMA gestisce fino a dodici canali bidirezionali, per cui la trama è costituita da ventiquattro intervalli di tempo e sono disponibili centoventi canali (12x10) nell'intera banda di frequenza.

TDD (Time Division Duplex): in questo caso in una trama TDMA si ha una separazione temporale fra il verso di trasmissione stazione-terminale e l'altro verso terminale-stazione. I primi dodici intervalli temporali sono, quindi, utilizzati dalla RFP in trasmissione e i successivi dodici sono utilizzati in ricezione.

La durata della trama è di 10 ms e la capacità trasmissiva, per portante radio, è pari a 1152 kbit/s.

Modulazione: è impiegata la GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), modulazione di frequenza a inviluppo costante.

Codifica della voce: ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) a 32 kbit/s (ITU-Racc. G.721), che garantisce una qualità della fonia analoga a quella della rete fissa.

Potenza del segnale in trasmissione: la potenza nominale trasmessa è +24 dBm (250 mW) per ogni "burst" (corrispondente a un intervallo temporale di trama); la potenza media trasmessa dalle stazioni è legata al numero di intervalli di tempo trasmessi. Se, ad esempio, sono trasmessi i dodici intervalli di tempo, la potenza media è +21 dBm (125 mW). La potenza media del terminale cordless è invece di +10 dBm (10 mW), in quanto è trasmesso un solo intervallo di tempo.

Soglia minima di ricezione (@ BER=10⁻³): -86 dBm.

Dynamic Channel Selection: ogni apparato DECT (stazione radio o terminale) può accedere a tutti i centoventi canali disponibili (combinazioni di intervalli di tempo e portanti radio). Quando è richiesto di instaurare un collegamento è scelto il canale, fra tutti quelli disponibili, che in quel momento e in quel luogo presenta una migliore qualità. Questa strategia d'impiego dello spettro da un lato svincola i gestori da preordinare una pianificazione delle frequenze e semplifica le installazioni delle RFP; dall'altro lato consente di disporre di un'alta capacità di smaltimento del traffico

grazie alla elevata numerosità delle RFP, pur mantenendo una elevata qualità del segnale. In questo modo è garantita la coesistenza di più sistemi, sia pubblici, sia privati, non coordinati tra loro, nella stessa banda di frequenza. Poiché non è necessario suddividere la banda di frequenza tra diversi servizi e tra diversi gestori l'uso dello spettro radio risulta essere molto efficiente.

Handover: lo scambio del collegamento, nel corso di una conversazione, da una stazione radio ad un'altra contigua è controllato direttamente dal terminale; la procedura di handover risulta totalmente inavvertibile dagli utilizzatori del servizio in conversazione (handover di tipo "seamless"); infatti, la "vecchia" connessione è rilasciata dal terminale soltanto dopo che la nuova è stata instaurata e quando il terminale ha iniziato a utilizzarla. Per un breve periodo, quindi, le due connessioni sono contemporaneamente attive. In questo modo si evitano interruzioni di fonia durante l'handover.

Sicurezza: l'uso di identità temporanee (TPUI; Temporary Personal User Identity), unito ad un algoritmo di identificazione e cifratura dei dati trasmessi abbastanza complesso, rende il DECT robusto a tentativi di intercettazione o di simulazione di identità fraudolenti.

Profilo di accesso standard: l'utilizzo di un profilo di accesso standard GAP (Generic Access Profile) consente di avere una totale interoperabilità tra apparati DECT di costruttori diversi, sia terminali, sia stazioni radio.



Firenze. Installazione a muro di una stazione radio DECT Italtel.

2. Soluzioni per l'accesso cordless alla rete pubblica

Per esaminare i diversi possibili impieghi di una soluzione cordless per l'accesso alla rete pubblica può essere utile partire dalle descrizioni presentate nello standard ETSI.

La figura 2 riporta un sistema DECT interconnesso ad una generica rete pubblica di tipo fisso. Il sistema è sostanzialmente costituito da due parti: la prima fissa, l'altra mobile. La parte fissa, a sua volta, si compone di un centro di controllo CCFP (*Common Control Fixed Part*) connesso a una o più stazioni radio RFP (*Radio Fixed Part*). Ogni stazione copre una parte (cella) dell'area nella quale si è interessati a fornire la copertura radio. L'insieme del CCFP e delle relative RFP costituisce "un'isola DECT".

Le unità portatili PP (*Portable Part*) coincidono con i terminali dei singoli clienti e sono costituiti da una parte radio e da una di controllo che dialoga con gli applicativi di servizio.

Lo standard DECT presenta una caratteristica fondamentale: esso non specifica l'allocatione delle varie funzionalità, quali, ad esempio il controllo delle chiamate o la gestione degli spostamenti del cliente, all'interno dell'architettura di rete riportata in figura 2, ma lascia volutamente libera la scelta di prevederle a seconda delle necessità, del tipo di servizio e del grado di reperibilità che si desidera offrire. L'unica interfaccia descritta in maniera particolareggiata è quella fra la parte fissa e il terminale in quanto si è voluto garantire l'accesso alla rete con terminali multivendor.

Proprio per questa assenza di standard possono essere sviluppati e, in pratica in numerosi casi sono stati realizzati, molti sistemi per l'accesso alla rete pubblica. Alcuni di questi sistemi prevedono l'impiego dell'accesso radio DECT come alternativo alla rete di distribuzione via cavo, per raccogliere utenza "fissa" mediante l'impiego di stazioni radio, lato utente, con funzionalità analoghe a quelle del terminale portatile PP

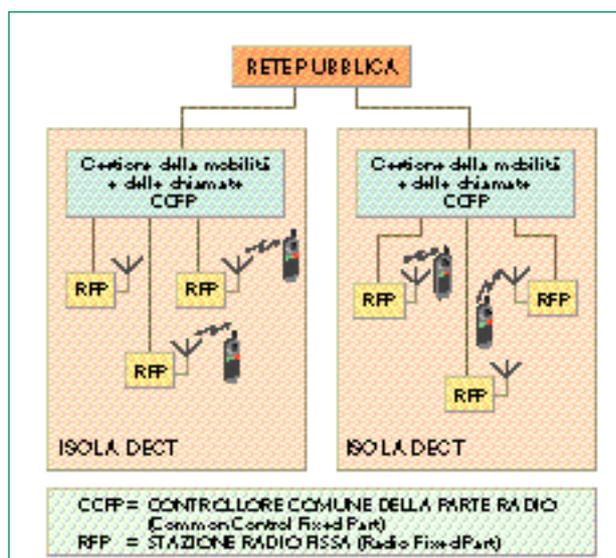


Figura 2 Interconnessione alla rete pubblica di un generico sistema con accesso DECT.

e collegate via rame verso l'apparecchio telefonico fisso. Applicazioni di questo tipo appartengono a quelle che in ETSI sono denominate RLL (*Radio in the Local Loop*) e non sono oggetto di questo articolo. Altri sistemi, che consentono invece una reperibilità, seppur limitata, del terminale cordless possono essere elencati secondo la classificazione riportata qui di seguito.

Sistema Privato Monocella: è il caso più semplice; si tratta infatti di un apparecchio cordless, in cui tutte le parti fisse (CCFP e RFP) sono state inserite in un unico dispositivo che costituisce la basetta domestica e che si interconnette alla rete pubblica come un normale apparato telefonico.

Sistema Privato Multicella: è il caso di una centrale privata senza fili (wireless PABX); la tecnologia DECT è utilizzata in questa applicazione per consentire la reperibilità dei derivati di un PABX, come schematizzato in figura 3. Con riferimento all'architettura standard, il CCFP è integrato nel PABX, mentre le RFP provvedono alla copertura radio nelle sedi degli utilizzatori.

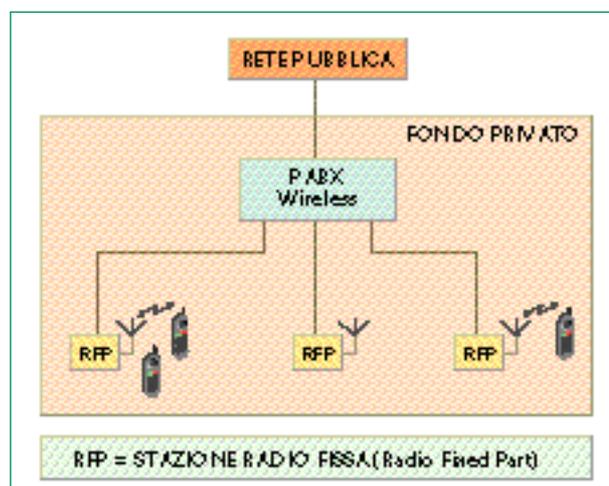


Figura 3 Sistema privato multicella con accesso DECT.

Per quanto riguarda l'interconnessione verso la rete pubblica, il wireless PABX è visto dalla rete in modo analogo ad una centrale privata senza estensioni cordless.

*Sistema Pubblico Multicella*¹: in questo caso le funzionalità di CCFP e di RFP sono fornite direttamente dal gestore della rete pubblica; il terminale portatile accede quindi direttamente alla rete pubblica senza la mediazione di una basetta domestica o di una centrale privata.

Anche per questo sistema sono possibili più soluzioni, ma esse possono essere schematizzate in due classi principali, legate alle dimensioni dell'area (monocentrale o pluricentrale) nella quale si intende of-

⁽¹⁾ E' anche possibile realizzare un sistema Pubblico Monocella; in questo caso, però, il cliente può spostarsi all'interno di una sola cella radio. Sistemi di questo tipo sono quindi di solito considerati per le applicazioni di tipo RLL, già menzionate, per le quali è stata aggiunta una reperibilità limitata del terminale (ad esempio all'interno dell'edificio che contiene l'abitazione dell'utilizzatore).

IL DECT (DIGITAL ENHANCED CORDLESS TELECOMMUNICATIONS)

- Il DECT è una tecnologia radio per l'accesso a reti di telecomunicazione fisse o mobili di tipo sia privato sia pubblico.
- I principali sistemi che utilizzano il DECT per l'accesso alla rete fissa sono:
 - apparecchio telefonico cordless; si tratta di un apparecchio utilizzato tipicamente all'interno dell'abitazione e connesso alla rete come un qualsiasi altro apparecchio telefonico;
 - centrale privata senza fili (wireless PABX); in questo caso l'accesso radio DECT è utilizzato per consentire la reperibilità dei derivati di un PABX nell'ambito dell'area coperta dalle stazioni radio del PABX stesso;
 - sistemi radio impiegati nella rete di accesso in sostituzione dei sistemi in cavo per il collegamento di terminali fissi o con reperibilità all'interno di una piccola area, ad esempio nell'ambito di un edificio (sistemi RLL-Radio in the Local Loop);
 - sistemi radio per l'impiego del terminale cordless in aree estese, ad esempio nell'ambito dell'intero territorio urbano.
- Telecom Italia ha scelto la tecnologia DECT per offrire un accesso radio alla rete fissa e per consentire ai clienti di utilizzare il proprio terminale cordless, sempre impiegando il numero telefonico della propria linea fissa (tipicamente della propria casa) sia presso l'abitazione sia nell'ambito della città di appartenenza.
- La struttura di rete utilizzata da Telecom Italia impiega il più possibile le infrastrutture di rete esistenti:
 - le stazioni radio sono collegate ai moduli di centrale per mezzo di doppini in rame della rete di distribuzione;
 - gli autocommutatori sono arricchiti con nuove prestazioni per gestire sia le stazioni radio sia la reperibilità del terminale;
 - un nodo di rete centralizzato garantisce in particolare le procedure di autenticazione dei terminali e contiene i dati statici e dinamici dei clienti relativi alla ubicazione del terminale e allo stato dei servizi supplementari disponibili.

fruire il servizio; nel caso di *soluzioni per aree ristrette* (monocentrale) tutte le funzionalità relative al CCFP sono allocate nella centrale (o in un apparato di rete dedicato); a questa centrale sono connesse un certo numero di RFP che coprono una determinata area quale, ad esempio, quella relativa ad un quartiere, ad un centro commerciale o a piccoli centri urbani.

Se, invece, si intende fornire il servizio in un ambito più ampio, ad esempio in un'intera città, occorre che i diversi sistemi di commutazione che operano nelle varie aree della città interagiscano fra loro per la gestione degli spostamenti del cliente all'interno delle zone nelle quali è assicurata la copertura. Si ottengono così *soluzioni per aree estese* (pluricentrale) che consentono un colloquio fra più elementi di rete realizzato con due diverse modalità: la prima prevede solo il dialogo diretto fra gli elementi di rete che gestiscono le singole stazioni radio; la seconda che introduce invece un ulteriore elemento di rete centralizzato: questa seconda soluzione risulta vantaggiosa nei casi in cui il nodo in questione, alle funzionalità di base dati centralizzata *HDB (Home Data Base)*, associa caratteristiche funzionali di rete intelligente. L'uso della rete intelligente consente, infatti, specie in un'ottica evolutiva, di introdurre numerose prestazioni aggiuntive quali, ad esempio, reistramenti particolari o la personalizzazione del profilo d'utente, e riduce l'impatto cau-

sato dall'introduzione di queste prestazioni innovative sugli autocommutatori delle rete pubblica.

Una soluzione di questo genere, che impiega un nodo di rete intelligente per le funzionalità di HDB è stata adottata da Telecom Italia e sarà descritta nel prossimo paragrafo.

Un'altra soluzione, simile a quella italiana, è quella realizzata in Giappone e adopera lo standard *PHS (Personal Handyphone System)*. Questo è descritto nel box allegato. Anche negli Stati Uniti si stanno avviando sperimentazioni con tecnologie simili utilizzando, ad esempio, sistemi a standard *PACS (Personal Access Communications Systems)*.

2.1 L'architettura di rete adottata da Telecom Italia

Telecom Italia ha scelto una soluzione che utilizza il più possibile le infrastrutture di rete già esistenti; la figura 4 mostra la soluzione adottata.

Le stazioni radio pubbliche sono direttamente interconnesse, mediante normali doppini in rame della rete di distribuzione, a moduli di centrale affiancati o integrati con gli *SL (Stadi di Linea)* o *SGU (Stadi di Gruppo)*.

Le funzionalità del CCFP (*Common Control Fixed*

PHS - PERSONAL HANDYPHONE SYSTEM

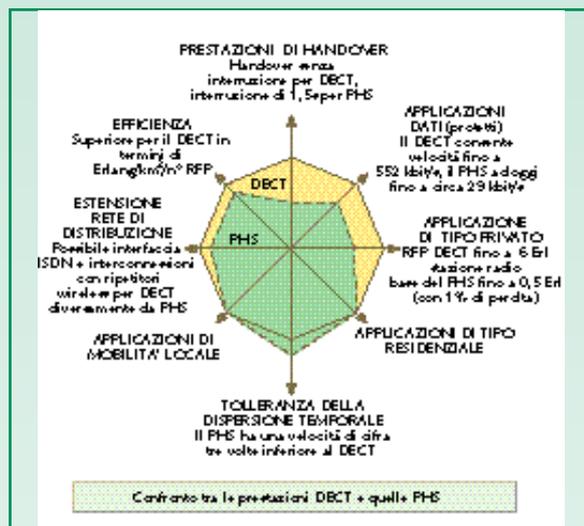
Il PHS è uno standard per l'accesso radio, recentemente definito in Giappone, dove è stato utilizzato per un servizio di mobilità a prezzi inferiori a quelli dei servizi mobili. Ad oggi il PHS risulta essere il servizio basato su sistema cordless numerico che ha avuto la crescita più rapida al mondo. In circa sedici mesi i clienti sono arrivati a 4.315.000 (dati aggiornati a ottobre '96) suddivisi tra tre gestori: DDI Pocket (circa il 47% dei sottoscrittori), NTT Personal (circa il 30% dei sottoscrittori) ed Astel (circa il 27% dei sottoscrittori).

Il servizio consente all'utente di poter utilizzare lo stesso terminale negli ambienti abitazione, ufficio o urbano con una qualità molto buona della fonia. Il passaggio dall'ambito casa o ufficio a quello urbano avviene tramite una semplice procedura d'utente (pressione di un apposito tasto presente sul terminale) che "forza" il terminale a colloquiare con la terminazione (basetta) direttamente connessa al rilegamento d'utente di rete fissa, utilizzando le frequenze destinate all'uso privato. Il profilo di reperibilità fornito dal PHS è inferiore rispetto a quello consentito dagli odierni sistemi radiomobili per via delle limitazioni insite nello standard PHS, che riguardano la massima velocità di spostamento dell'insieme utente-terminale (circa 40 km/h) e l'impossibilità di fare il transit (handover) tra due aree gestite da due controllori diversi, e

quindi di garantire il mantenimento di una comunicazione in corso. Altre limitazioni riguardano: l'impossibilità di effettuare e di ricevere chiamate internazionali, di collegarsi con un telefono cellulare, di effettuare chiamate a carico del destinatario, e, infine, di chiamare numeri verdi e servizi informazioni, tipo audiotex. Queste ultime limitazioni non sono dovute a ragioni tecniche del PHS, ma a mancanza di accordi con i gestori delle reti cellulari e di lunga distanza.

In figura è riportato un confronto, presentato in ambito ETSI, delle caratteristiche principali tra il DECT e il PHS. Da questo confronto si può osservare la superiorità del DECT rispetto al PHS per quanto riguarda in particolare sia le prestazioni di handover sia le possibili applicazioni dati e le applicazioni in ambito privato. Il PHS risulta invece favorito dalla minore capacità trasmittiva per quanto riguarda la tolleranza ai cammini multipli.

I terminali utilizzati sono molto piccoli e leggeri (peso a partire da 95g); hanno, inoltre, valori di tempo di conversazione e di attesa (talking time e stand-by time) significativamente superiori (circa 6 ore di conversazione e 500 ore di stand-



by) rispetto ai normali terminali cordless. Il prezzo dei terminali è di circa 46 \$ USA, mentre il canone mensile è pari a 25 \$ USA (circa un terzo e circa un quinto rispettivamente dei valori correnti per la telefonia cellulare numerica).

All'avvio del servizio la crescita dei clienti che hanno aderito al servizio, pur essendo sostenuta, non raggiungeva i volumi ipotizzati; le contromisure messe in atto dai gestori, rivelatesi poi vincenti, sono state da un lato un deciso miglioramento della copertura radio (fornendo la copertura anche all'interno di particolari edifici e delle metropolitane) che oggi impiega più di 300 mila stazioni, dall'altro una politica di forti incentivi per i venditori (dealers): la DDI, ad esempio, ha incrementato la commissione per un nuovo contratto di circa quattro volte.

La crescita rapida del PHS è stata favorita anche dall'aggiunta di prestazioni quali la segreteria telefonica centralizzata e l'introduzione di terminali abbinati a dispositivi di chiamata (pager).

L'evoluzione prevista a lungo termine riguarda la realizzazione di terminali dual mode PHS/PDC (Personal Digital Cellular).

Per favorire la diffusione del PHS fuori del Giappone, iniziando dal sud est asiatico, è stato costituito il PHS MoU, che a luglio 1996 già contava cinquantasette membri firmatari. E' stata anche costituita con gli stessi obiettivi una joint venture tra Cable & Wireless, NTT DoCoMo, Hong Kong Telecom e Itochu, chiamata "PHS International".

Dati tecnici del PHS

Banda di frequenza	1895-1906,1 MHz (in ambito domestico) 1895-1918,1 MHz (all'esterno degli edifici con 77 frequenze radio spaziate di 300 kHz)
Tecnica di accesso	MC/TDMA/TDD (quattro intervalli di tempo in ricezione, quattro in trasmissione; uno di questi è utilizzato come canale di controllo)
Capacità del singolo canale	32 kbit/s ADPCM
Capacità trasmissiva della stazione	384 kbit/s
Gestione dello spettro	Selezione dinamica dei canali
Tecnica di modulazione	$\pi/4$ shift QPSK
Potenza media trasmessa	1) 10 mW per applicazioni solo all'interno degli edifici 2) 20 mW (circa 100-200 m) 3) 100 mW (fino a 300 m) 4) 500 mW (fino a 500 m)
Soglia (BER=10 ⁻³)	-95 dBm
Antenne	Omnidirezionali o per interni anche antenne piatte da installare sul soffitto; con le stazioni di classe 3 e 4 è anche possibile utilizzare una diversità a 4 antenne
Potenza media del terminale	10 mW
Alimentazione	Locale a 100 V in alternata

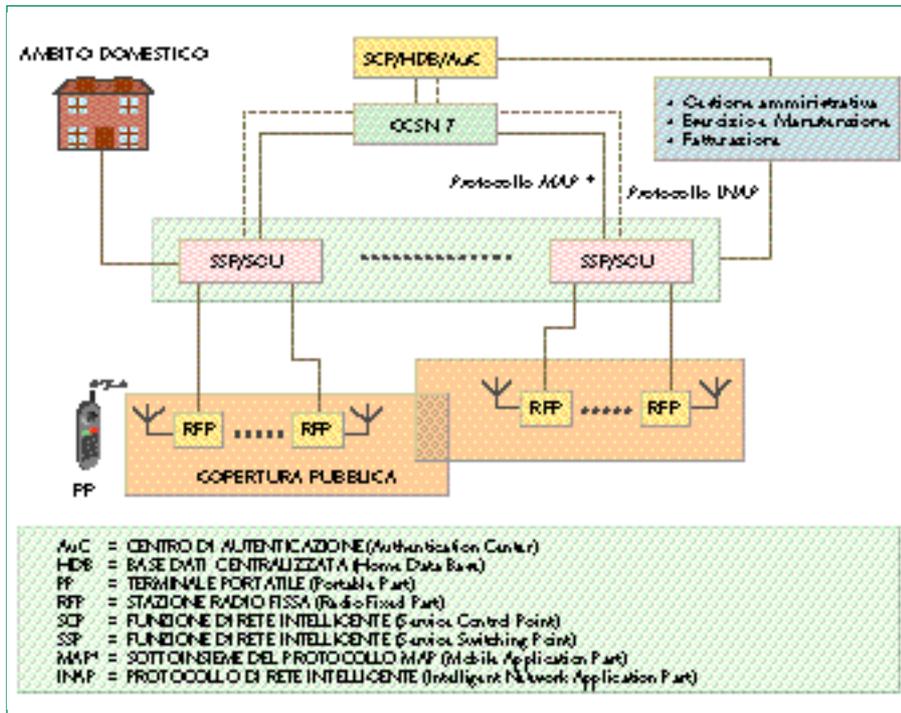


Figura 4 Architettura di rete scelta da Telecom Italia per l'accesso DECT alla rete fissa.

Part) sono ripartite fra i suddetti moduli e un nodo di rete centralizzato *CMDDB* (Cordless Mobility Data Base) che gestisce: la reperibilità estesa (ossia quella fra aree di centrale diverse, appartenenti alla stessa rete urbana), alcune prestazioni avanzate di Rete Intelligente (quali, ad esempio, l'autodisabilitazione e il reinstradamento) e le procedure di autenticazione dei terminali per ridurre le possibilità di frodi.

La soluzione architetturale prescelta ha reso necessario definire alcune procedure relative alla gestione degli spostamenti del terminale, alla sicurezza contro le clonazioni e alla gestione delle chiamate. Le scelte operate sono riassunte qui di seguito.

Localizzazione del terminale: nei sistemi DECT ogni stazione radio fissa (RFP) trasmette le informazioni che permettono al terminale di "orientarsi"; le informazioni trasmesse riguardano in particolare l'indicazione del gestore del sistema *POC* (Public Operator Code) e un identificativo specifico di ogni stazione radio fissa *RFPN* (RFP Number).

Un insieme di 128 RFP costituisce un'area di localizzazione (Location Area), e rappresenta anche l'insieme di stazioni nelle quali è effettuata la ricerca (paging) del terminale nel caso di chiamata entrante. Il valore di 128 è quello previsto dallo standard come limite superiore; a seconda delle diverse soluzioni realizzative adottate il valore può risultare inferiore a questo limite.

Il terminale, con l'ausilio dell'*RFPN*, riconosce il passaggio ad una diversa area di localizzazione: in questo caso trasmette alla rete un'informazione circa la sua nuova posizione (Location Updating). Qualora la nuova area di localizzazione sia affiliata ad uno SGU diverso da quello appena lasciato, il nuovo SGU co-

munica al *CMDDB* la presenza del terminale nell'area da esso controllata; il *CMDDB* fornisce allora allo SGU il profilo dell'utente, i dati necessari all'autenticazione e comunica allo SGU, al quale il terminale era in precedenza affiliato, che il terminale ha abbandonato quell'area di commutazione.

Autenticazione: sia nel passaggio nell'area di appartenenza di un nuovo SGU sia dopo un numero prefissato di chiamate (numero configurabile) il terminale è interrogato dalla rete in modo tale che si abbia la certezza di non essere in presenza di un *uso illegale (clone)* da parte di un altro terminale. La procedura di autenticazione è molto simile a quella adottata nel GSM: il terminale, prima di essere posto in commercio, subisce un processo di predisposizione iniziale con il quale è ad esso attribuita, fra l'altro, una chiave di autenticazione segreta, nota unicamente alla

rete e mai trasmessa via radio.

Con questa chiave *UAK* (User Authentication Key) il terminale elabora una risposta alle interrogazioni (*sfide*) che la rete gli sottopone durante l'autenticazione e la invia alla rete che la confronta con la risposta attesa, riconoscendo in questo modo l'effettivo impiego del terminale autenticato.

Chiamata entrante: il servizio offerto da Telecom Italia [2], prevede che la chiamata sia prima inviata verso la terminazione fissa del cliente; nel caso non pervenga una risposta entro 20 s, lo *SGU home*, e cioè l'autocommutatore terminale al quale è attestata la linea fissa, richiede al nodo di rete *CMDDB* le informazioni necessarie a gestire la chiamata. Il *CMDDB* interroga lo SGU nel quale risulta localizzato il terminale cordless (*SGU visited*) e da esso riceve un numero telefonico temporaneamente associato al terminale verso il quale trasferire la chiamata. Questo numero, associato di volta in volta a terminali diversi, è quindi trasmesso dal *CMDDB* allo *SGU home*. Quest'ultimo effettua, infine, una chiamata verso lo *SGU visited* che, dopo averla ricevuta, provvede sia a gestire la ricerca del terminale nell'area di copertura e la successiva conversazione sia a fornire tutti i dati necessari per la documentazione.

Chiamata uscente: Il terminale, una volta che sia stato identificato e autenticato, può effettuare chiamate gestite solo dallo SGU all'interno della cui area si trova, senza dover interagire con lo *SGU home*.

2.2 Aspetti di esercizio e manutenzione

I principali aspetti relativi all'esercizio e manutenzione del servizio sono stati individuati in modo da garantire la qualità della comunicazione e riguardano:

- (3) trasferimento dei dati di documentazione del traffico;
- (4) collegamento su LAN geografica che consente al CSOT (*Centro Supervisione Organizzazione Territoriale*) di ricevere in particolare gli allarmi raccolti dal CEM nei periodi in cui il CCA (*Centro di Controllo Area di esercizio e manutenzione*) non è presidiato;
- (5) collegamento su LAN geografica che consente al CCA di controllare lo stato degli allarmi raccolti dal CEM nel corso dell'orario di presidio;
- (6) collegamento su rete commutata o dedicata che consente al personale del CLGRA (*Centro di Lavoro Gestione Rete d'Accesso*) di rilevare dal POIA (*Posto Operatore Impianti di Abbonato*), con le stesse modalità previste per gli allarmi relativi ai collegamenti della rete fissa, la situazione degli allarmi sulle linee che collegano le stazioni radio (RFP) agli autocommutatori a cui esse sono asservite, in modo da verificarne i guasti relativi sia ai rilegamenti (doppini) sia alle RFP. Con le stesse modalità il CLGRA può effettuare prove e misure su specifiche porte di centrale.

2.3 Apparati Utilizzati

Gli apparati di rete impiegati sono stati sviluppati con l'obiettivo di rispondere alle esigenze sopra indicate e alle richieste contenute nelle normative internazionali o, in carenza di questi standard, a quelle specificate da Telecom Italia. Essi formeranno l'oggetto di successivi articoli che saranno pubblicati su questa stessa rivista. Sembra opportuno comunque fornire qui di seguito alcune caratteristiche di rilievo relative agli apparati ora disponibili.

2.4 Le stazioni radio

Le stazioni radio (RFP) consentono la comunicazione radio verso i singoli terminali cordless dei clienti del servizio e permettono il dialogo con il sistema di commutazione cui esse sono asservite: a questo scopo, esse utilizzano come supporto fisico le normali coppie in rame impiegate nella rete di accesso.

Le RFP sono fondamentalmente costituite da:

- un alimentatore, telealimentato dalla centrale attraverso i doppini telefonici della rete di accesso;
- un ricetrasmittitore DECT;
- le terminazioni dei collegamenti verso la centrale che assicurano fino ad un massimo di otto canali fonici²;

⁽²⁾ Lo standard DECT prevede al massimo dodici canali fonici contemporaneamente attivi per ogni RFP. La configurazione per otto canali fonici è stata scelta sulla base di valutazioni legate da un lato al traffico da smaltire, dall'altro alla riduzione della complessità delle stazioni radio e dell'occupazione delle interfacce in centrale.

su ciascun doppino viaggia un flusso a 144 kbit/s che trasporta quattro canali fonici: ciascuno di questi è infatti trasmesso o ricevuto dalla centrale con un flusso a 32 kbit/s (ADPCM);

- due antenne interne alla stazione che operano in "switched diversity", in modo che da esse possa essere scelto, mediante scambio, il migliore fra i due segnali ricevuti.

Per consentire la telealimentazione delle stazioni radio, a seconda della distanza della singola RFP dal modulo di centrale sono impiegati due o quattro doppini. Di questi solo uno o due portano il segnale a 144 kbit/s.

Dal punto di vista impiantistico la singola stazione radio può essere installata a muro o su palo; nel caso di installazione su palo di Telecom Italia le antenne sono poste fuori dal contenitore della stazione, in cima allo stesso palo e sono, in genere di tipo omnidirezionale.

Sono state realizzate installazioni anche su pali non Telecom Italia, ad esempio su pali d'illuminazione stradale; in questo caso sono state utilizzate stazioni con antenne interne al contenitore e nei casi in cui si volevano realizzare celle con copertura totale (a 360°) sono state installate due RFP per palo (figura 6).



Figura 6 Torino. Installazione di due stazioni radio DECT Italtel su un palo di illuminazione stradale.

2.5 Autocommutatori

Le stazioni radio sono collegate, attraverso la rete di distribuzione, a moduli di centrale integrati o collocati presso gli autocommutatori: Stadi di Linea e Stadi di Gruppo.

Questi moduli, in particolare, gestiscono:

- i protocolli del segnale DECT, in particolare per gli aspetti di segnalazione, di controllo delle connessioni, di controllo delle chiamate e di trattamento degli spostamenti del terminale;
- la telealimentazione delle stazioni radio RFP;
- l'invio verso le RFP delle informazioni necessarie a sincronizzare il segnale da esse trasmesso. In questo modo è possibile incrementare l'efficienza

d'uso dei canali disponibili tra due stazioni radio contigue e rendere agevoli al terminale le operazioni di handover;

- l'interfaccia di centrale verso la RFP che provvede alla conversione di ogni segnale PCM a 64 kbit/s nel corrispondente segnale ADPCM a 32 kbit/s e viceversa;
- la base dati VDB (*Visitor Data Base*) contenente i dati dei clienti che sono, in ogni momento, presenti nell'area di pertinenza dello SGU (SGU visited).

2.6 Nodo centralizzato di rete CMDB

Il CMDB è un sistema centralizzato che svolge funzione di HDB (*Home Data Base*); AuC (*Authentication Centre*); SCP (*Service Control Point*).

Il CMDB gestisce:

- i dati statici e dinamici del profilo relativo al singolo cliente in particolare i dati di ubicazione e quelli di stato dei servizi supplementari modificati da utente o da operatore. La gestione di questi dati è svolta tramite le funzioni SCP ed HDB;
- i dati di sicurezza per le procedure di autenticazione del terminale cordless tramite la funzionalità AuC.

Il colloquio tra il nodo di rete e il sistema di commutazione si svolge mediante un protocollo di rete intelligente nazionale tipo INAP (*Intelligent Network Application Part*) e un protocollo MAP* che seguono le specifiche Telecom Italia. MAP* caratterizza, infatti, un sottoinsieme del protocollo MAP (*Mobile Application Part*), adattato opportunamente in modo da trasportare le informazioni necessarie e gestire gli spostamenti dei singoli clienti.

Durante la prima fase della sperimentazione tecnica, l'architettura di rete provata è risultata in parte diversa rispetto a quella descritta per la fornitura del servizio commerciale; queste differenze sono indicate nel paragrafo seguente.

3. La sperimentazione tecnica

La sperimentazione tecnica ha interessato due città di medie dimensioni: Reggio Emilia e Brindisi, ed è stata effettuata tra dicembre 1995 e settembre 1996.

La copertura radio è stata assicurata in modo continuo su una superficie di circa 16 km² a Reggio Emilia e di circa 10 km² a Brindisi. Per entrambe le città sono stati coperti in particolare i centri storici. Per quanto oggi a cono-

scenza, nessuna altra sperimentazione avviata in altri Paesi e realizzata con sistemi ad accesso radio DECT ha interessato zone di così ampia estensione.

La sperimentazione ha avuto l'obiettivo di verificare la validità dell'accesso radio secondo lo standard DECT per la fornitura di un servizio di tipo cordless fuori dagli edifici. A questo scopo sono state effettuate prove mirate principalmente a:

- individuare la zona coperta da ciascuna singola stazione radio nei diversi possibili ambienti urbani (quali, ad esempio, vie, piazze, portici);
- rilevare il grado di copertura assicurato in tutte le aree interessate alla sperimentazione;
- determinare la qualità del segnale vocale;
- verificare il funzionamento di terminali DECT a profilo GAP (*Generic Access Profile*) [2, 3].

3.1 Architettura di rete

Nella sperimentazione tecnica è stata impiegata una struttura di rete con diversi elementi distintivi che han-

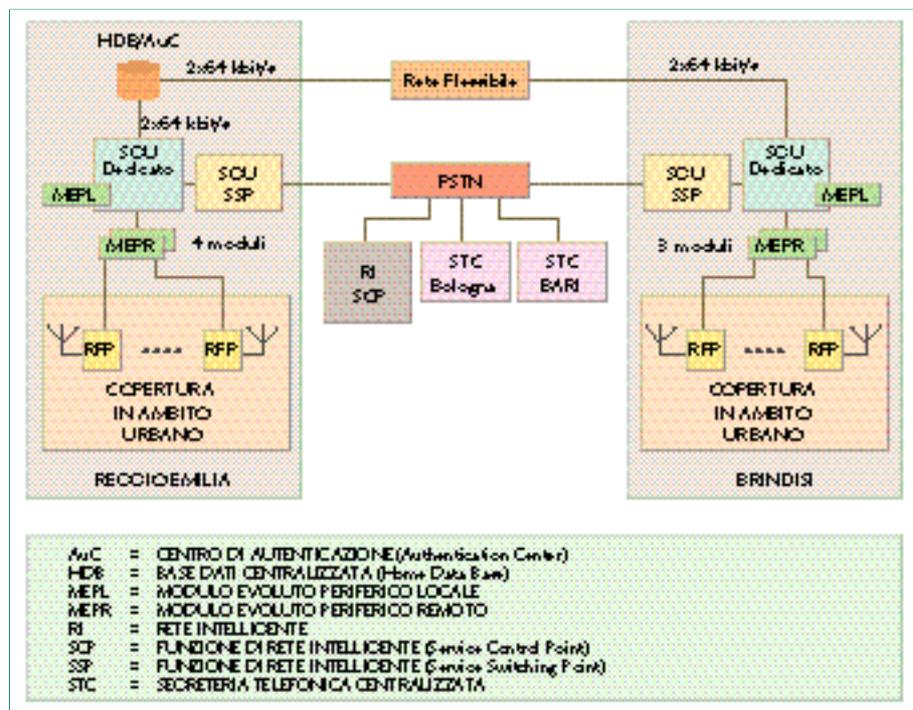


Figura 7 Struttura di rete adottata nella sperimentazione dell'accesso DECT.

no riguardato in particolare (figura 7):

- impiego di due SGU dedicati alla gestione delle stazioni radio RFP e degli utenti "cordless" (il primo a Reggio Emilia, l'altro a Brindisi);
- utilizzo di un nodo (HDB/AuC) per la localizzazione dei terminali e per la loro autenticazione;
- impiego di un nodo di rete intelligente in esercizio per utilizzare il servizio "Personal Number" e per consentire agli utenti di registrarsi sia all'esterno degli edifici sia in ambito domestico.

In caso di chiamata entrante verso terminale cordless, lo SGU dedicato richiedeva allo SCP di rete intelligente, tramite il "Personal Number" associato all'utente chiama-

to, indicazioni relative all'ambiente (domestico o pubblico) in cui in quel momento il terminale era registrato. Nel caso di registrazione in ambiente domestico lo SCP comunicava il numero della linea fissa associata all'utente; nel caso di registrazione in ambito pubblico lo SCP dava indicazione allo SGU dedicato di chiedere al nodo HDB/AuC le informazioni necessarie ad instradare la chiamata in ambito pubblico.

Gli apparati utilizzati in questa sperimentazione: SGU dedicati, stazioni radio e RFP sono stati forniti dalla Italtel.

3.2 Copertura radioelettrica

La copertura radio è stata realizzata in modo da garantire il servizio in tutte le zone pubbliche fuori dagli edifici e relative alle aree di centrale interessate. In particolare, per quanto riguarda il traffico, e quindi la capacità in termini di canali fonici da fornire per singola stazione radio, è stata posta particolare attenzione ad una serie di aree cittadine ritenute di particolare importanza per il gradimento del servizio da parte dei clienti, quali ad esempio:

- vie di interesse commerciale o comunque con traffico pedonale;
- ville, giardini pubblici e parchi giochi;
- aree di parcheggio;
- aree prospicienti uffici pubblici e banche;
- aree per l'accesso a teatri e a cinema;
- centri commerciali;
- stazioni ferroviarie.

È stata, inoltre, assicurata la copertura dell'aeroporto e del porto di Brindisi.

Le stazioni radio sono state installate su muro o su palo; nel primo caso sono state impiegate le antenne interne alla stazione radio con un diagramma di radiazione esteso in un settore di $\pm 90^\circ$ sul fronte della singola stazione; nel caso dei pali Telecom Italia sono state utilizzate, come si è detto, in genere antenne omnidirezionali poste sulla sommità degli stessi pali.

Il collegamento alla rete di ciascuna RFP è stato effettuato predisponendo un raccordo in cavo tra questa e gli accessi alla rete secondaria (distributori, chiostrine, colonnine); per le installazioni su palo sono stati utilizzati portanti in vetroresina di cinque e sette metri di altezza oppure, quando disponibili nella località prevista dal progetto per la copertura radioelettrica, pali Telecom Italia già in servizio.

La progettazione delle coperture è stata eseguita considerando inizialmente come siti per l'installazione del RFP quelli in prossimità di accessi alla rete di distribuzione e posizionati agli angoli delle vie: in questo modo è stato incrementato il numero di vie coperte da ciascuna stazione radio. Sono state poi scelte ulteriori ubicazioni delle stazioni nelle vie nelle quali non era ancora fornita una copertura completa.

I criteri utilizzati per definire per ogni singola stazione radio l'estensione della copertura radioelettrica hanno tenuto conto delle diverse situazioni topologiche presenti in un'area urbana. Questi criteri sono stati ricavati attraverso sia simulazioni sia misure in campo. Le simulazioni sono state ottenute mediante un modello matematico per la valutazione delle coperture sviluppato dallo CSELT.

È stato considerato che la copertura radio fornita da ciascuna stazione fosse assicurata solo su vie per le quali si sarebbe ottenuta visibilità diretta tra i terminali cordless e la stazione radio stessa: il campo elettrico nelle vie trasversali, rispetto a quello presente nel caso di stazioni in visibilità ottica, dipende, infatti, in maniera sensibile dalla larghezza sia della via in cui la stazione radio è installata sia della via trasversale, oltre che dalla distanza della stazione dall'incrocio tra le due vie e dall'angolo tra esse formato. I risultati ottenuti attraverso simulazioni hanno anche posto in evidenza che, in genere, il grado di copertura delle vie trasversali è ridotto. Per le aree verdi o per le zone nelle quali sono presenti alberi, ad esempio lungo i viali, la propagazione del segnale è influenzata dalla densità e dalla disposizione delle piante e del fogliame. Per la numerosità di situazioni che possono presentarsi in pratica, è stato deciso per ora di adottare un criterio generale cautelativo e di ridurre, quindi, di circa un terzo il raggio delle celle.

L'ubicazione delle stazioni radio è stata progettata tenendo conto, in particolare, delle suddette regole di copertura; le stazioni poi installate per le due città sede di sperimentazione sono risultate seicentododici per Reggio Emilia e quattrocentodiciotto per Brindisi. La Tabella 1 riporta per ciascuna area di centrale interessata il numero di stazioni radio installate su muro o su palo.

4. Principali risultati della sperimentazione

4.1 Prove di copertura

Come già esaminato in altri articoli, ad esempio in [4], la propagazione del segnale è condizionata sensibilmente

<i>Reggio Emilia</i>				
Area di centrale	RFP totali	su muro	su palo	di questi su pali nuovi
Centro	180	158	22	18
Stadio	101	66	35	32
S.Pellegrino	159	63	96	83
S.Stefano	109	79	30	30
Mancaale	63	42	21	15
Totale	612	408	204	178
<i>Brindisi</i>				
Area di centrale	RFP totali	su muro	su palo	di questi su pali nuovi
S.Angelo	132	88	44	39
Centro	145	131	14	14
Caiale	55	13	42	13
Bozzano	86	26	60	33
Totale	418	258	160	99

Tabella 1

Stazioni radio complessivamente installate, suddivise tra quelle sistemate su muro o su palo (con l'indicazione dei pali di nuova installazione).

LA SPERIMENTAZIONE TECNICA DI BRINDISI E REGGIO EMILIA

- La sperimentazione condotta da Telecom Italia è, ad oggi, quella che, tra le varie sperimentazioni realizzate con sistemi radio ad accesso DECT, ha interessato la maggiore superficie urbana: 26 km²; 16 km² a Reggio Emilia e 10 km² a Brindisi.
- Sono state installate complessivamente 1030 stazioni radio (RFP), con una media di circa 40 RFP/km².
- Le prove eseguite durante la sperimentazione (dicembre 1995 - settembre 1996) hanno consentito di:
 - verificare la validità della soluzione di rete individuata per l'offerta del servizio Fido e, in particolare, la qualità dell'accesso radio DECT;
 - valutare le prestazioni dei terminali cordless DECT/GAP in collegamento con le RFP pubbliche e in transito da una RFP all'altra (handover);
 - migliorare le conoscenze sulla propagazione del segnale DECT in ambiente urbano e affinare i criteri di progettazione delle coperture radioelettriche per la realizzazione dei nuovi impianti.
- La qualità fonica è stata in generale, giudicata buona o ottima sia quando il terminale è stato usato all'interno dell'abitazione, in connessione alla stazione radio domestica (basetta cordless) sia in ambito esterno con il terminale connesso alle RFP pubbliche.
- I risultati ottenuti durante la sperimentazione hanno permesso di rilevare che non esistono limitazioni tecniche per offrire il servizio Fido in modo diffuso ai clienti della rete di Telecom Italia.

da diversi fattori quali la geometria, le dimensioni dell'ambiente urbano interessato oltre che dalla conducibilità e dalla permeabilità magnetica degli edifici presenti in ogni particolare ambiente urbano.

Durante la sperimentazione, oltre ad individuare i criteri di copertura, validi per le diverse tipologie di ambiente, sono stati eseguiti diversi altri cicli di misurazione atti a:

- a) caratterizzare l'ambiente in termini di risposta impulsiva ad un segnale emesso nella banda 1880-1900 MHz; queste misure hanno consentito infatti di avere informazioni sui valori di ritardo medio dei cammini multipli e della *dispersione dei ritardi (delay spread)*;
- b) valutare la qualità soggettiva in condizioni reali di funzionamento delle stazioni radio; le prove sono state effettuate con terminali cordless DECT/GAP configurati per permettere di visualizzare l'andamento nel tempo del livello di potenza del segnale ricevuto, la identità della stazione radio cui era connesso il terminale e la frequenza e *l'intervallo di tempo (time slot)* utilizzati nella conversazione. Tutte queste informazioni sono state utilizzate per rilevare le dimensioni delle diverse celle di copertura che consentivano di mantenere buona la qualità percepita e per verificare che la conversazione non cadesse nel passaggio (handover) tra celle di due RFP contigue (connection handover) o tra due location area contigue (external handover) (vedi paragrafo 2.4);
- c) rilevare la potenza del segnale ricevuto e la qualità oggettiva a diversa distanza dall'antenna trasmettente

e in diverse situazioni ambientali. Le misure sono state eseguite utilizzando due tester: il primo configurato come stazione radio fissa, l'altro come terminale portatile (PP); lo strumento configurato come RFP è stato connesso alle porte del sistema di antenna integrata nella RFP in modo da realizzare una copertura radio equivalente a quella fornita nel normale funzionamento dalla stessa RFP. Le misure sono state eseguite per valutare la copertura della singola cella radio realizzata dal tester configurato come RFP.

Sono state eseguite misure dei seguenti parametri di qualità:

- tasso di errore *BER (Bit Error Ratio)*, valutato nel verso di trasmissione terminale-RFP, sul campo B [5] dell'intervallo temporale utilizzato per la trasmissione del segnale vocale che, come mostrato in figura 8, è dedicato al trasporto dei dati informativi. Il tempo di integrazione utilizzato per la valutazione del BER era pari a un minuto. Nella valutazione del BER sono stati esclusi gli intervalli di tempo non sincroni, definiti più avanti;
- percentuale, in un minuto, di intervalli di tempo con errori presenti nel codice di controllo (CRC) costituito da 16 bit del campo A [5] (vedi figura 8);
- percentuale, in un minuto, di intervalli di tempo non sincroni ovvero durante i quali il terminale non è riuscito a sincronizzare il segnale in emissione.

Tutte queste misure, eseguite con la collaborazione dello CSELT, sono state effettuate in vari punti della cella radio a diverse distanze dalla RFP per valutare la variabilità delle diverse grandezze sia nel tempo (misure ripetute in ciascun punto) sia in diversi punti dell'ambiente coperto dalla stazione radio. Le stesse grandezze sono state rilevate su alcune aree anche con terminali in movimento, cercando

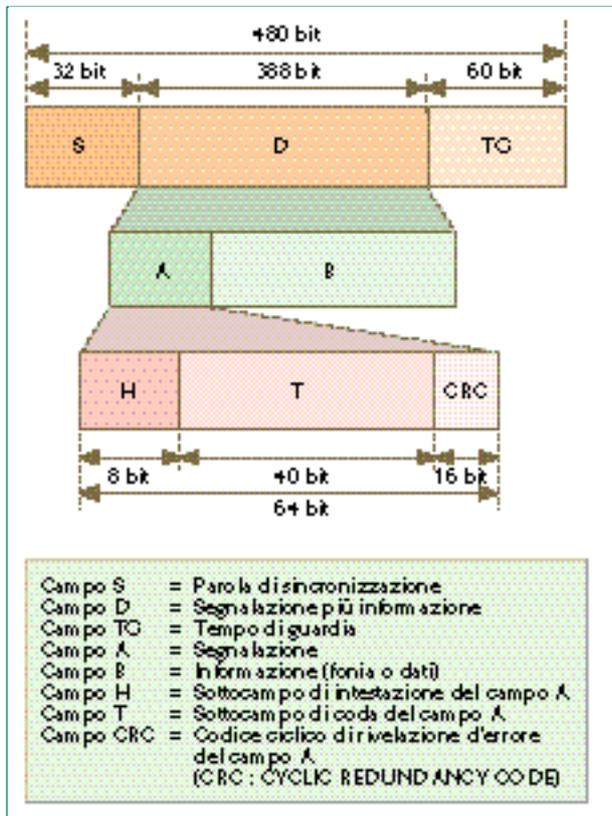


Figura 8 Struttura di un intervallo temporale (time slot), della trama del segnale DECT, utilizzato per la trasmissione del segnale vocale a 32 kbit/s.

di simulare il movimento di un utilizzatore in conversazione.

La prima tipologia di prove (prove di tipo a) furono eseguite, nella città di Torino, prima di avviare la sperimentazione; furono, infatti, selezionati ambienti urbani diversi tra loro e il più possibile rappresentativi di varie possibili tipologie di aree urbane, riscontrabili nelle città italiane: in particolare, furono eseguite misure in aree ampie quali, ad esempio, viali, alberati e non, piazze e ambienti più stretti (vicoli, portici). Le misure consentirono di determinare, in queste aree, il livello di potenza dei segnali riflessi e il loro ritardo rispetto a quello utile. In base a queste prime rilevazioni e alle conoscenze del comportamento del segnale DECT in presenza di echi, furono poi ricavati i criteri di copertura utilizzati per progettare le aree di Reggio Emilia e di Brindisi nelle quali si voleva condurre una sperimentazione tecnica più estesa.

Dopo l'installazione delle stazioni radio nelle due città, sono stati verificati i criteri di copertura sopra specificati con prove di qualità soggettiva e oggettiva.

La qualità percepita è stata verificata nella maggior parte del territorio coperto, mentre le misure di BER sono state eseguite in cinque zone di Reggio Emilia ritenute più significative in quanto tipiche di ambienti urbani metropolitani.

Le misure hanno confermato l'alta variabilità del livello del segnale ricevuto sia nel tempo sia in funzione della posizione relativa del terminale rispetto alla stazione radio, con differenza tra minimo e massimo che può superare i 15 dB, e che raggiunge talvolta anche 20 dB.

A titolo di esempio, nelle figure 9, 10 e 11 sono riportate le relazioni tra le varie grandezze acquisite per una stazione radio posizionata in Via Emilia San Pietro a Reggio Emilia.

La figura 9 mostra come il BER sia risultato maggiore di 10^{-3} per valori di potenza media del segnale ricevuto inferiori a -82 dBm; la figura 10 permette di rilevare che il numero di intervalli di tempo (time slot) non sincroni a parità di BER può variare con un rapporto che raggiunge il valore di 10; nel caso delle stazioni utilizzate per la sperimentazione ogni qualvolta un intervallo di tempo non è sincronizzato, l'apparato inserisce sul canale fonico un silenziamento (muting). Qualora il numero di intervalli non sincroni sia elevato, l'utilizzatore del sistema percepisce questi silenziamenti come uno spezzettamento della vo-

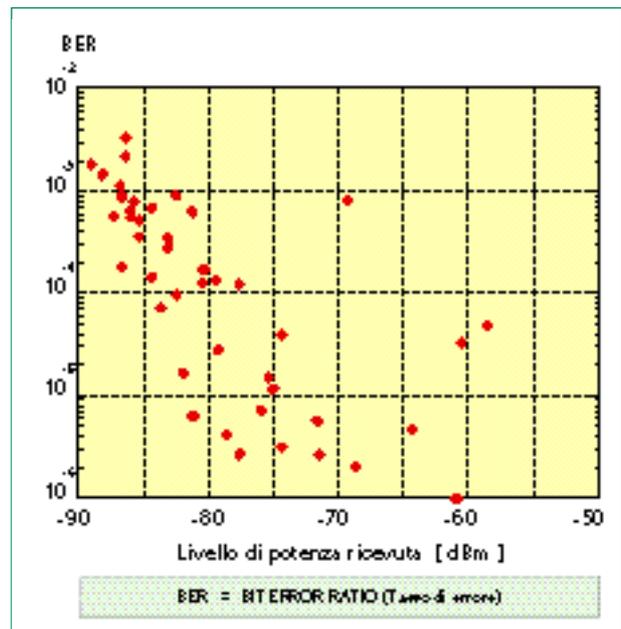


Figura 9 Misure di tasso di errore in funzione del livello di potenza ricevuta.

ce; nel dimensionare le celle radio occorre quindi tener conto non solo del BER, ma anche della percentuale di intervalli di tempo non sincroni.

La figura 11 d'altra parte mostra la stretta correlazione che esiste tra il tasso di perdita di sincronismo e quello di violazione del CRC.

Le prove di copertura di tipo sia soggettivo sia oggettivo hanno consentito di verificare il grado di accuratezza dei criteri di progetto utilizzati, e questi, in genere sono sembrati essere adeguati.

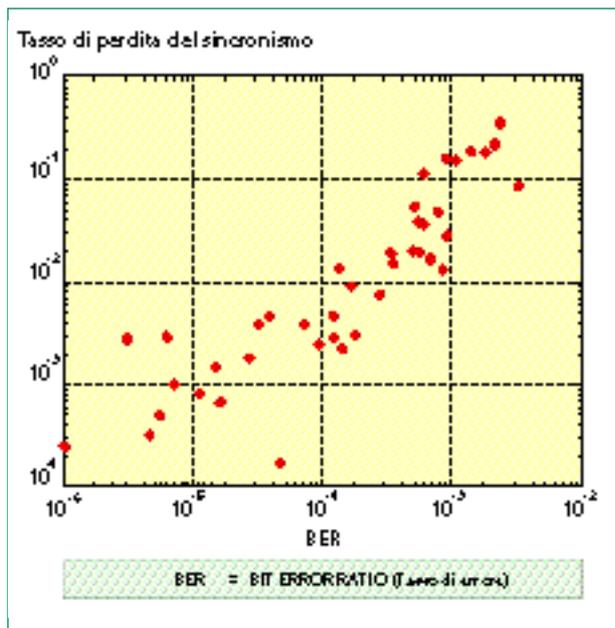


Figura 10 Andamento del rapporto tra gli intervalli temporali non ricevuti in modo sincrono e quelli ricevuti correttamente (in 1 min.) dallo strumento in funzione del tasso di errore.

Tuttavia le prove effettuate nel corso della sperimentazione, per verificare le coperture di alcune vie di maggiore larghezza o alberate, hanno permesso di rilevare un grado di copertura sui fianchi delle RFP (a $\pm 90^\circ$ rispetto all'asse di orientamento della stazione radio) inferiore rispetto a quello previsto da progetto: in alcuni casi sono stati rilevati

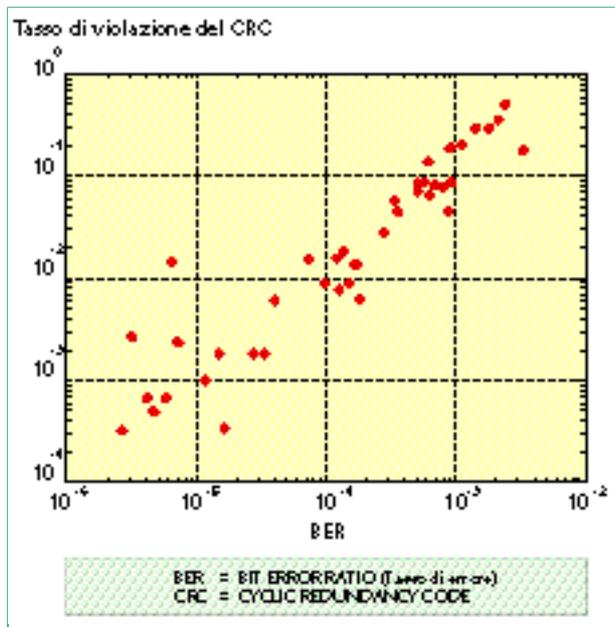


Figura 11 Andamento del rapporto tra gli intervalli temporali affetti da errore (rilevato tramite CRC del campo A) e quelli ricevuti correttamente (in 1 min.) in funzione del tasso di errore.

"buchi" di copertura e di conseguenza cadute di conversazione.

I limiti di cella di una singola stazione radio atti ad assicurare una buona qualità fonica nei diversi ambienti urbani sono risultati essere di circa 90-100 m nella direzione ortogonale all'asse di puntamento della stazione contro i 130-150 m nella direzione dell'asse di puntamento della RFP.

Per fornire il servizio anche nelle zone non coperte suddette, nel secondo periodo della sperimentazione (maggio-settembre '96) il numero di stazioni è stato aumentato di circa il dieci per cento. Il numero di RFP per chilometro quadrato, dopo questo ampliamento e in funzione della percentuale di costruzioni presenti nelle varie zone è risultata, ad esempio per Reggio Emilia, quella mostrata in figura 12: in questa figura sono riportati tre diversi valori per tener conto della conformazione e della densità delle vie cittadine e degli edifici; la situazione è infatti diversa a seconda che si considerino le zone periferiche o residenziali della città ovvero il centro storico, con valori che nel caso in esame passano rispettivamente da 27 a 75 RFP/km².

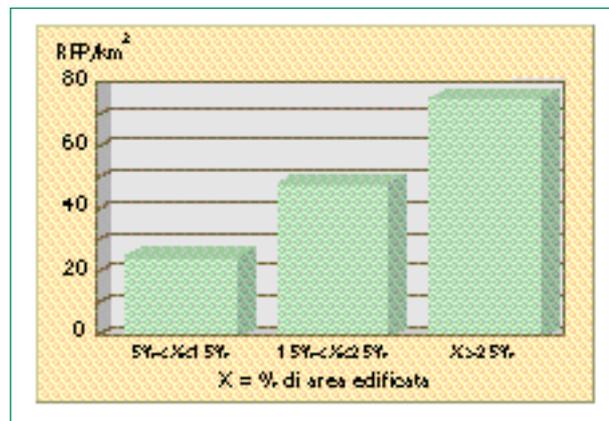


Figura 12 Numerosità delle stazioni radio (RFP/km²) in funzione della densità di edifici.

Il grado di copertura realizzato a Reggio Emilia e a Brindisi per le aree della progettazione è risultato, al termine della sperimentazione, rispettivamente di circa il 96 e il 90 per cento; la porzione di territorio ancora non coperta era dovuta a stazioni già in programma, ma non installate per permessi non ancora concessi da privati o dai Comuni.

4.2 Qualità fonica percepita

Durante il periodo di sperimentazione tecnica è stato individuato tra il personale operante in Telecom Italia un gruppo di "utenza amica", sia a Reggio Emilia sia a Brindisi, per effettuare e per ricevere chiamate sia in ambiente pubblico sia in ambiente privato utilizzando il terminale come un normale cordless.

A questi utilizzatori del sistema è stato chiesto di compilare schede settimanali sulla qualità vocale e sulle principali malfunzioni riscontrate.

In condizioni di copertura radio adeguata, conforme ai criteri di progetto, la qualità fonica è stata giudicata molto buona e analoga a quella fornita dalla telefonia tradizionale di base.

Quando si sono presentati disturbi, essi sono stati quasi sempre percepiti come crepitii o brevi interruzioni della fonia. In figura 13 sono riportati i giudizi complessivi espressi sulla base di un totale di due-mila chiamate eseguite nei mesi di aprile e maggio del 1996 sia a Brindisi sia a Reggio Emilia. Come si può osservare la maggior parte dei giudizi sulla qualità della conversazione è suddivisa tra buono e ottimo anche per l'utilizzo all'esterno delle abitazioni, nonostante l'ambiente esterno presenti generalmente condizioni meno favorevoli all'ascolto per la presenza di rumori stradali.

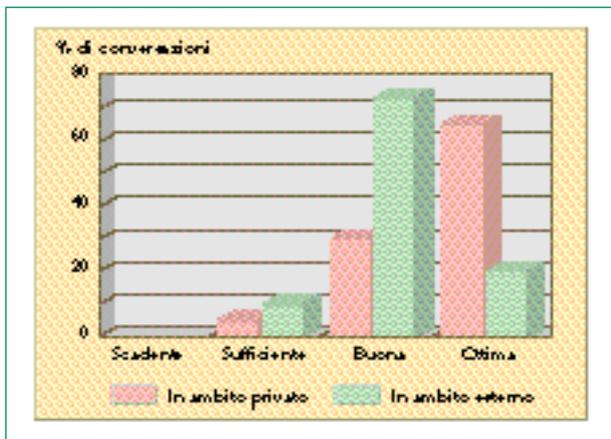


Figura 13 Sintesi dei giudizi espressi sulla qualità delle conversazioni da parte di utenza amica.

5. Conclusioni

Nel periodo compreso tra dicembre 1995 e settembre 1996 Telecom Italia ha eseguito una sperimentazione per verificare la validità della soluzione di rete individuata per permettere ai propri clienti di utilizzare il proprio cordless sia in ambito domestico sia nelle aree all'aperto all'interno della propria città.

Uno dei principali obiettivi della sperimentazione è stato quello di provare la validità dello standard DECT per la realizzazione dell'accesso radio. Altri gestori hanno condotto sperimentazioni con accesso radio DECT in ambiente urbano; le prove effettuate da Telecom Italia si distinguono, tuttavia, per le maggiori dimensioni delle aree urbane interessate, che hanno consentito di acquisire dati statisticamente più significativi e rappresentativi di diverse situazioni ambientali che si possono presentare nelle città.

I risultati conseguiti nel corso delle prove hanno anche permesso di migliorare la conoscenza delle caratteristiche di propagazione del segnale DECT negli ambienti urbani e di affinare le tecniche di progettazione delle coperture radioelettriche.

La qualità del segnale vocale è risultata generalmente più che soddisfacente e ha confermato la vali-

dità della soluzione tecnica individuata per consentire l'impiego di un terminale cordless anche all'esterno della propria abitazione.

Dal punto di vista tecnico i risultati della sperimentazione hanno permesso quindi di poter concludere che non sembrano esistere oggi limitazioni nella qualità del segnale percepita dagli utenti per fornire questa prestazione in maniera diffusa ai clienti della rete pubblica nazionale.

Bibliografia

- [1] Pellegrini, G.: *La tecnologia DECT: un'opportunità per l'offerta di nuovi servizi*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia», pp. 5-10.
- [2] Loriga, M. L.; Morena, G.; Testa, M.: *Il servizio Fido*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia», pp. 27-37.
- [3] ETS 300 444: *Radio Equipment and Systems (RES); Digital European Cordless Telecommunications (DECT) Generic Access Profile (GAP)*. ETSI, aprile 1995.
- [4] Lopes, L.: *An Overview of DECT Radio Link Research in COST 231*. Atti del convegno Wireless Networks, settembre 1994, Vol. 1, pag. 99 Propagazione DECT.
- [5] ETS 300 175-3: *Radio Equipment and Systems (RES); Digital European Cordless Telecommunications (DECT); Common Interface (CI); Part 3: Medium Access Control (MAC) layer*. ETSI, ottobre 1992.
- [6] Daniele, P.; Perucca, M.; Riva, G.; Stola, L.: *Propagation models for microcellular environments*. Atti del VI convegno «Sistemi Radiomobili», Pontecchio Marconi (BO), ottobre 1993.



Sandro Dionisi ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma nel 1981. Nel 1983 è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) dove si è dapprima occupato delle normative dei sistemi in ponte radio e successivamente degli apparati di trasmissione via cavo. Nel 1993 è divenuto responsabile del settore Ponti Radio; dal 1994 ha assunto la responsabilità del settore "Sviluppo Progetto PCS (Personal Communication Services)"

nell'ambito della linea Tecnologie e Architetture della Divisione Rete, operando direttamente alle attività tecniche del Progetto DECT e coordinando le relative sperimentazioni in campo. Ha partecipato alle attività di studio di diverse Organizzazioni e Commissioni di studio nazionali ed internazionali (CEPT, ETSI, IEC, ITU-T, ITU-R); dal 1990 al 1996 ha presieduto il Sottocomitato Tecnico TM4 (Radio Relays) dell'ETSI ed è ora membro del Board del DECT Forum. È autore di numerose pubblicazioni tecniche.

Appendice

In questa tabella sono elencate le principali normative ETSI sullo standard DECT, con particolare riferimento alle applicazioni su rete fissa.

Documento	Titolo (abbreviato)	Stato
<i>Standard di base DECT (Common Interface)</i>		
ETS 300 175-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	DECT Common Interface (CI), parts 1 to 9	pubblicato (ottobre 1992) ma riveduto (vedi sotto)
ETS 300 175-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Ed. 2	DECT Common Interface (CI), parts 1 to 9 (second edition)	pubblicato settembre 1996
I-ETS 300 176	Approval test specification	pubblicato ottobre 1992
ETS 300 497-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	DECT CI Test Case Library (TCS) parts 1 to 9	pubblicato agosto 1996
<i>Standards per DECT Authentication Module</i>		
ETS 300 331	DECT Authentication Module (DAM)	pubblicato novembre 1995
ETS 300 331/A1	DECT Authentication Module (DAM); 3V DAM cards	approvato per PE novembre 1996
ETS 300 759-1	DAM test specification	approvato per voto finale novembre 1996
<i>Standards per il DECT Generic Access Profile (GAP)</i>		
ETS 300 444	Generic Access Profile (GAP)	pubblicato dicembre 1995
ETS 300 494-1,2,3/A1	GAP test specification, parts 1 to 3 updates	approvato per PE novembre 1996
<i>Standard CAP, CTM Access Profile</i>		
DE/RES-03080	DECT CTM Access Profile, CAP	approvato per PE novembre 1996
<i>Standard per trasmissione dati</i>		
ETS 300 435	Data Services Profile, base standard including interworking with connectionless networks (Service Types A and B, Class 1)	pubblicato febbraio 1996
ETS 300 701	Data Services Profile, generic frame relay service with mobility (Service Types A and B, Class 2)	in fase di pubblicazione
ETS 300 699	Data Services Profile, generic data linkservice for closed user groups (Service Type C, Class 1)	in fase di pubblicazione
ETS 300 651	Data Services Profile, generic data link service (Service Type C, Class 2)	pubblicato settembre 1996
ETS 300 757	Data Services Profile, low rate messaging service (Service type E, Class 2)	approvato per voto finale novembre 1996
ETS 300 755	Data Services Profile, multimedia messaging service with specific provision for facsimile services (Service type F, class 2)	approvato per voto finale novembre 1996
<i>Standard per interlavoro DECT-ISDN</i>		
ETS 300 434-1	DECT/ISDN IWP for end system configuration, part 1	pubblicato aprile 1996
ETS 300 434-2	DECT/ISDN IWP for end system configuration, part 2	pubblicato aprile 1996
ETS 300 705-1,2	DECT/ISDN IWP for end system configuration, PICS (2 parts)	approvato per voto finale novembre 1996
ETS 300 758-1,2,3	DECT/ISDN IWP for end system configuration, test specification (3 parts)	approvato per voto finale novembre 1996
<i>Standard DECT Radio Local Loop</i>		
ETS 300 765-1	Radio local loop Access Profile (RAP) part 1	in fase di PE
<i>Standard DECT EMC</i>		
ETS 300 329	EMC Standard for DECT equipment	pubblicato novembre 1994
<i>DECT Technical Basis for Regulation (TBR)</i>		
TBR 006	General terminal attachment req.	pubblicato dicembre 1993
TBR 006 Ed. 2	General terminal attachment req. (second edition)	in fase di pubblicazione
TBR 010	General terminal attachment req., telephony applications	pubblicato dicembre 1993
TBR 010 Ed. 2	General terminal attachment req., telephony applications (second edition)	in fase di pubblicazione
TBR 011	PAP (Public Access Profile) attachment for terminal equipment	pubblicato settembre 1994
TBR011/A1	PAP attachment for terminal equipment/A1	pubblicato marzo 1995
TBR 022	GAP attachment for terminal equipment	adottato
TBR 022 Ed. 2	GAP attachment for terminal equipment, amendment	approvato per PE novembre 1996

<i>Abbreviazioni</i>	DE	Draft ETSI Technical Standard
	ETS	ETSI Technical Standard
	I-ETS	Interim ETSI Technical Standard
	PE	Public Enquire (Inchiesta Pubblica)
	PICS	Profile Implementation Conformance Statements
	RES	Radio Equipment Systems

Il servizio Fido

MARIA LETIZIA LORIGA

GAETANO MORENA

MARCELLO TESTA

La reperibilità è un bisogno sempre più avvertito dalla clientela di servizi di telecomunicazione. Per rispondere a questa esigenza Telecom Italia ha ritenuto opportuno approntare un nuovo servizio supplementare della linea fissa denominato Fido. Esso consente di comunicare, utilizzando un terminale cordless conforme agli standard europei, sia in casa sia in giro per la città di appartenenza, conservando lo stesso numero telefonico dell'abitazione: in casa il terminale funziona come un normale cordless; in città permette di fare e di ricevere telefonate liberamente, anche in movimento, purché a velocità limitata, in tutte le zone coperte dal segnale.

In questo articolo, dopo aver fornito una presentazione del servizio Fido e degli aspetti di mercato relativi, si approfondiscono alcuni aspetti tecnici e di normativa connessi ai terminali.

In particolare si descrivono gli standard europei ETSI sui quali si basa l'accesso radio (DECT) dei terminali cordless numerici operanti nella banda dei 1800 MHz. Si identificano inoltre le principali caratteristiche e prestazioni suddivise per livelli OSI, si forniscono indicazioni sulle prove di conformità necessarie e si riportano alcune informazioni sui primi terminali oggi disponibili.

1. Introduzione

L'avanzato stato di definizione dello standard DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) e la spinta che proviene dagli organismi comunitari a farne uso, come illustrato nell'articolo [2], ha indotto diversi gestori pubblici di telecomunicazione, tra i quali Telecom Italia, a valutare l'opportunità di rendere disponibile un servizio che, basandosi su queste premesse, soddisfa le esigenze via via crescenti di reperibilità della clientela residenziale. Analisi di mercato qualitative e quantitative, effettuate nel nostro Paese, hanno infatti consentito di confermare un interesse da parte della clientela residenziale e di affari minori, in genere professionisti e aziende di dimensioni medio-piccole, nei riguardi di una reperibilità offerta mediante un servizio che realizza l'estensione della Linea Fissa del singolo cliente.

Il nuovo servizio, chiamato Fido, risponde a tale bisogno di reperibilità, e soddisfa esigenze che ricadono nell'area della "rassicurazione" (emergenza, assistenza, controllo, possibilità di ravvicinare l'esterno con l'interno) piuttosto che nell'area delle prestazioni e quindi di una reperibilità assicurata in ogni momento. Il target potenziale del servizio è principalmente quello della famiglia: in particolare l'obiettivo primario di Fido è rappresentato da famiglie con figli adolescenti, o con anziani e comunque famiglie numerose.

Per quello che riguarda il target clienti affari, particolare interesse al servizio è stato riscontrato presso i clienti degli affari minori che già dispongono di due o tre linee urbane.

2. Descrizione del servizio

Fido nasce come un servizio supplementare della linea fissa che consente a tutti i clienti muniti di terminali cordless a standard DECT, basati sul profilo GAP (*Generic Access Profile*) e titolari di un abbonamento per la linea fissa, di utilizzare il proprio numero telefonico, oltre che nella propria abitazione, o nel proprio ufficio, anche all'esterno degli edifici, nella "propria" città di appartenenza, in genere con almeno 30 mila abitanti.

La copertura sarà assicurata in modo continuo nelle vie, nelle piazze ed in genere nei luoghi aperti, nonché in zone circoscritte ad alta densità di traffico e di particolare interesse per il servizio.

Quando il terminale è in ambiente privato ed è collegato alla propria *terminazione domestica (basetta)* si comporta, in termini di prestazioni, come un normale cordless per abitazioni.

Quando invece il terminale è in ambiente pubblico è possibile effettuare e ricevere telefonate liberamente: possono in particolare anche essere effettuate chia-

FIDO È UN SERVIZIO SUPPLEMENTARE ASSOCIATO ALLA LINEA FISSA DEL SINGOLO CLIENTE

- Soddisfa esigenze di reperibilità della clientela.
- Si basa sullo standard ETSI per sistemi cordless.
- Permette di comunicare sia in ambito privato sia in giro per la propria città, mantenendo lo stesso numero di casa.
- Consente alle chiamate entranti di passare sempre per la linea fissa.
- Permette di rimanere sempre in contatto con la propria abitazione.

mate intercomunicanti tra casa e ambiente pubblico e viceversa con procedure semplificate. Questa funzione soddisfa esigenze di immediatezza, e velocità di contatto; inoltre la possibilità di comunicare direttamente soddisfa maggiormente il bisogno di rassicurazione: le chiamate in questo caso sono caratterizzate da uno squillo particolare che le fa riconoscere come chiamate "familiari". Le chiamate entranti passano sempre per la linea fissa e se non si dà risposta entro un certo numero di squilli, esse sono automaticamente trasferite verso il terminale cordless che si trova in ambiente pubblico. Questa prestazione permette di caratterizzare la linea fissa come linea principale e quella pubblica come un'estensione: un "supplemento" della prima. Questa caratterizzazione è amplificata dalla possibilità, per chi risponde dalla linea fissa, di trasferire con una semplice procedura la chiamata verso il terminale che operi in un ambiente pubblico, nel caso in cui l'utente chiamante desideri parlare con la persona che è uscita di casa con il telefono cordless.

Le chiamate deviate verso il terminale che si trovi in ambiente pubblico, nel caso in cui nessuno risponda entro un certo periodo di tempo o quando il telefono sia occupato, sia spento, sia in un'area non coperta o si trovi fuori della rete urbana di riferimento, sono automaticamente trasferite verso una casella vocale presente negli organi centralizzati della rete.

La casella vocale "incorporata" nel servizio Fido garantisce la reperibilità in tutti quei casi in cui essa non possa essere assicurata in tempo reale sia per alcune limitazioni di servizio sia per comportamenti del cliente.

La casella è anche disponibile, con ingombro nullo, quando il telefono è in ambiente privato, nel caso in cui dalla linea fissa non venga data una risposta ad una chiamata entro un certo periodo di tempo, e può essere attivata o disattivata.

La presenza di messaggi nella casella vocale è comunicata allo sgancio, sia al terminale collegato alla linea urbana sia al terminale che opera in ambiente pubblico, mediante una variazione del tono di centrale. E' possibile accedere alla casella vocale per ascoltare i singoli messaggi registrati sia dalla linea fissa, sia dal terminale in ambiente pubblico, sia da un'altra postazione telefonica.

Per rendere di maggior interesse il servizio ad utenti, quali quelli "single", è stata aggiunta la prestazione di trasferimento incondizionato di chiamata

che consente di deviare immediatamente al terminale in ambiente pubblico le chiamate dirette verso la linea fissa.

3. Normativa e profili

Fido persegue, come obiettivo prioritario, la soddisfazione e la convenienza per il cliente; e a questo scopo si basa su uno standard normativo ben definito, in un'ottica di fornitura di apparecchiature terminali multivendor; esso quindi non è stato sviluppato in un contesto autonomo e proprietario.

L'ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*), nell'ambito di un processo evolutivo per le normative cordless, ha definito uno standard numerico per sistemi cordless operante nella banda dei 1800 MHz e adottato nel 1992: il DECT.



L'utilizzo di Fido in ambiente pubblico.

L'interoperabilità di apparecchiature DECT è garantita dai profili normativi ad esso relativi. In particolare il profilo GAP, su cui sono basate come si è già fatto cenno in precedenza le specifiche del terminale Fido, garantisce la possibilità di un impiego di terminali realizzati da costruttori differenti per la fornitura di prestazioni di telefonia di base, in particolare chiamate entranti, chiamate uscenti, sicurezza e roaming tra ambiente pubblico e domestico.

Il GAP descrive quindi le funzionalità di base richieste in un ambiente domestico, business e pubblico e costituisce le fondamenta per tutte le applicazioni DECT di telefonia.

Esso definisce i requisiti di interoperabilità per i sistemi DECT attraverso una serie di servizi e caratteristiche suddivisi per livelli *OSI (Open System Interconnection)*. I livelli OSI DECT sono mostrati in figura 1.

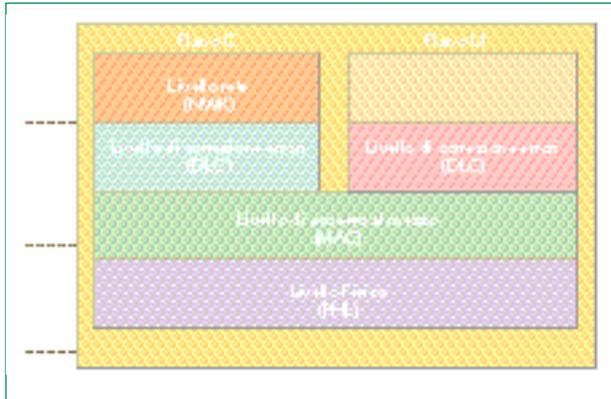


Figura 1 Livelli OSI DECT.

Per il servizio Fido, oltre ai requisiti GAP, sono stati presi in considerazione requisiti concernenti aspetti di mobilità estesa e di supporto di servizi supplementari. Questi requisiti sono basati su un profilo DECT di nuova concezione in fase avanzata di approvazione a fine 1996: il *CAP (Cordless terminal mobility Access Profile)*.

Questo profilo è basato essenzialmente sul GAP ed è caratterizzato dall'aggiunta di alcuni elementi rilevanti per la realizzazione di applicazioni pubbliche. In appendice A sono descritti i servizi previsti dal CAP.

Per quanto riguarda gli aspetti di mobilità, il CAP fornisce le specifiche per: l'external handover ovvero il trasferimento del collegamento tra stazioni base DECT collegate a due controllori diversi, il distacco (detach) automatico del terminale in caso di spegnimento e una procedura avanzata di localizzazione.

4. Conformità e aspetti di omologazione

Le prove di conformità consentono a costruttori ed a utilizzatori dei sistemi di verificare la rispondenza delle apparecchiature alle specifiche (nel caso in esame ai profili ETSI).

Nel caso del DECT esse sono suddivise in prove di livello radio, prove sulla telefonia e prove sulla conformità dei protocolli. Per quanto riguarda i primi due aspetti, sono applicabili le prove riportate rispettivamente nei due documenti *TBR (Test Basis for Regulation)* TBR006 e TBR010 prodotti dall'ETSI. Più complessa risulta invece la parte relativa alle prove di conformità dei protocolli: è stata anzitutto approntata una libreria di prove basate sulle specifiche DECT.

Queste prove sono raccolte all'interno del DECT *TCL (Test Case Library)*¹.

Il servizio Fido risponde alle prove di conformità contenute all'interno del DECT TLC basate sul profilo GAP. In più, poiché all'interno dei profili sono inclusi servizi e caratteristiche sia obbligatori sia opzionali, è stata definita dall'ETSI una specifica *PICS (Profile Implementation Conformance Statements)* che serve ad identificare l'insieme di prove da applicare a una particolare tipologia di apparecchiatura.

Per il CAP non sono state finora specificate le prove di conformità, che saranno definite nel corso del 1997.

Oltre alle tre tipologie di prove di conformità, i terminali devono rispettare anche le specifiche *ETS (ETSI Technical Standard)* di compatibilità elettromagnetica per apparecchiature DECT (ETS 300 329 e ETS 300 339).

Per quanto concerne invece gli aspetti di omologazione, essi, diversamente dalle prove di conformità, sono legati anche alle Direttive Europee che richiedono alcune prove obbligatorie prima della commercializzazione dei terminali (type approval).

Ad oggi, per quanto riguarda i sistemi DECT (terminali e stazioni radio base), la situazione a livello di direttiva comunitaria è in evoluzione e si presenta in modo alquanto complesso: innanzitutto è in vigore la direttiva (91/263/EEC) che regola il libero movimento di terminali e l'uso degli stessi nei Paesi membri della Comunità. Per l'accesso ad una rete pubblica un terminale DECT deve seguire un type-approval relativo alla protezione dello spettro, alla salvaguardia del funzionamento della rete, a regole di sicurezza e all'interlavoro per il servizio di telefonia. La conformità a questa direttiva fa seguito a quella relativa ai requisiti di *CTR (Common Technical Regulation)* che normalmente fanno riferimento alle specifiche TBR associate, redatte dall'ETSI.

Sia per gli aspetti di efficienza dello spettro sia per quelli legati al segnale fonico, rispettivamente i requisiti di CTR 6 (che fanno riferimento alla specifica TBR006) ed i requisiti CTR 10 (che fanno riferimento alla specifica TBR010), sono obbligatori per tutti i terminali DECT che accedono direttamente o indirettamente ad una rete pubblica.

I requisiti per gli aspetti di interlavoro (CTR 22 che farà riferimento alla specifica TBR022 e quindi al GAP) diventeranno obbligatori, a partire dal 1997, per tutti i terminali DECT di nuovo sviluppo per i quali sono applicabili i requisiti di CTR 10.

5. Profilo del terminale

Nelle tabelle in appendice B, C e D, sia per la *terminazione portatile PT (Portable Termination)* sia per quella *fissa FT (Fixed Termination)* sono riportate le caratteristiche ed i servizi GAP e FIDO, rispettivamente per il *livello Rete (NWL)* e Applicativo, per il *livello di controllo della connessione dati (DLC)* e per il *livello intermedio di controllo dell'accesso (MAC)*. Nelle tabelle è anche data una breve descrizione di ogni

⁽¹⁾ Per i riferimenti bibliografici si veda [1].

servizio/caratteristica e l'indicazione di *prestazione obbligatoria (M)*, *opzionale (O)* o *condizionata (C)* alla presenza di altre prestazioni opzionali.

La descrizione della procedura DECT GAP-CAP impiegata per l'effettuazione di una chiamata uscente da terminazione portatile è riportata in figura 2: in essa è mostrata la struttura tipica dei messaggi di livello Rete utilizzati nella procedura presa come esempio, mentre in figura 3 è rappresentato lo schema dello scambio di messaggi tra terminale, indicato come PT, e stazione radio base DECT, indicata come FT.

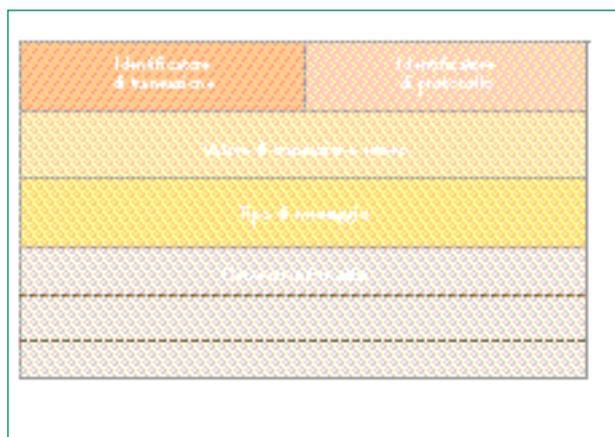


Figura 2 Struttura tipica dei messaggi di livello Rete (NWK).

Il terminale effettua una richiesta di chiamata uscente attraverso il messaggio CC-SETUP. Le cifre selezionate relative al numero chiamato sono trasferite attraverso messaggi CC-INFO.

Il messaggio CC-ALERTING è utilizzato per trasferire il segnale di chiamata remoto; il messaggio CC-CONNECT è quindi impiegato alla risposta dell'utente chiamato.

5.1 Caratterizzazione dei terminali ed autenticazione in Rete

Una delle procedure amministrative di maggior rilievo effettuate sul terminale è la caratterizzazione (pre-inizializzazione) del terminale.

Questa procedura consente di memorizzare sul terminale, attraverso lo scambio di messaggi radio

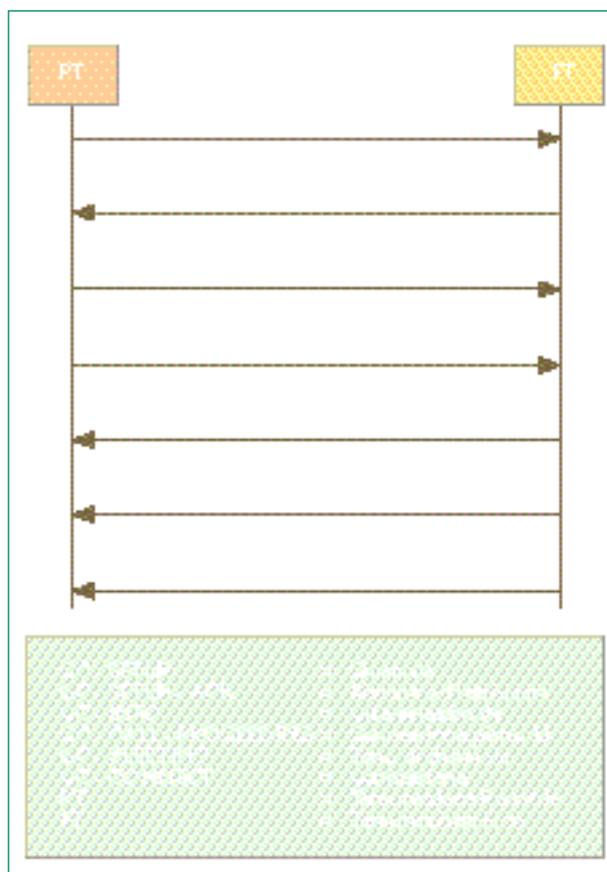


Figura 3 Flusso informativo tra terminale portatile e stazione radio base per l'effettuazione di una chiamata.

(on-air), i parametri relativi al servizio che consentono al cliente di accedere alle prestazioni base in ambiente pubblico, e quindi al terminale di essere riconosciuto ed autenticato dalla rete, di attivare l'eventuale cifratura e di modificare il profilo in funzione dell'ambiente in cui opera.

Per quanto riguarda l'accesso del terminale in ambiente pubblico è utilizzata la procedura per comunicare alla rete la propria ubicazione (registrazione di localizzazione). La procedura per registrare la localizzazione è richiesta direttamente dal terminale all'accensione, durante il cambiamento di ambiente da interno a esterno o viceversa e durante il cambiamento delle

IL SUPERCORDLESS FIDO

- Si basa su uno standard normativo ben definito in un'ottica di fornitura di apparecchiature terminali multivendor.
- Nell'abitazione funziona come un normale telefono cordless.
- In città il terminale si trasforma in un "compagno" che permette di fare e ricevere telefonate, liberamente, anche in movimento, purché ad una velocità limitata in tutte le zone coperte della città di appartenenza (strade, piazze e luoghi pubblici al chiuso particolarmente frequentati).

aree di ubicazione. Essa può essere sollecitata dalla rete attraverso la procedura per l'aggiornamento della localizzazione (*location update*).

Le procedure di autenticazione del terminale e di cifratura sono attivate invece solo durante i processi relativi a chiamate entranti o uscenti.

Per evitare intercettazioni fraudolente durante questa operazione di scambio di informazioni radio, la pre-inizializzazione del terminale è effettuata in un particolare ambiente protetto (camera schermata). Queste procedure saranno presentate in un articolo successivo.

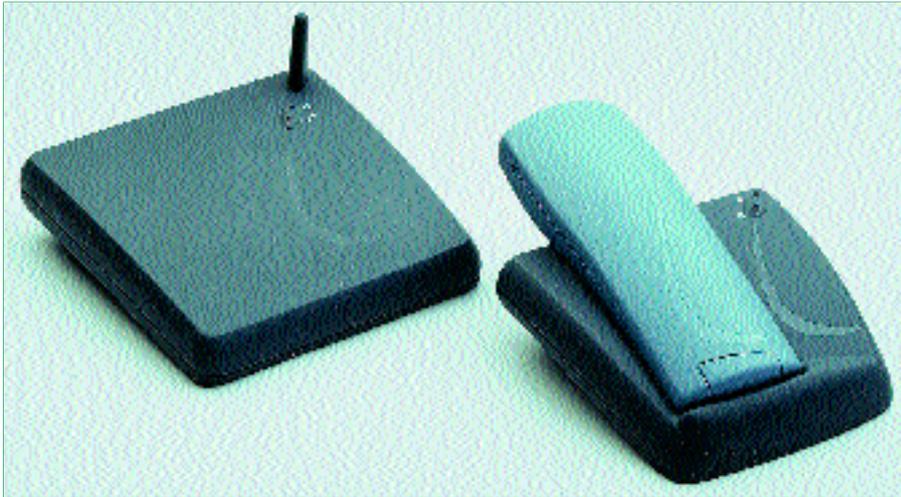


Figura 4 Terminale "DECTY".

6. Terminali

I terminali che potranno essere utilizzati per il servizio Fido sono a standard DECT profilo GAP ed includono alcune prestazioni aggiuntive già recepite nel CAP. Le estensioni al profilo GAP vanno, come si è detto (paragrafo 3), verso un'offerta di servizi più ricca per il cliente; queste estensioni riguardano in particolare:

- l'elemento informativo "DISPLAY" (GAP N. 24 appendice B) attraverso il quale sul display dei terminali potranno essere resi visibili messaggi inviati dalla Rete;
- l'elemento informativo "CALLING LINE IDENTIFICATION (CLI) PRESENTATION" (GAP N. 30 appendice B) attraverso il quale sul display dei terminali potrà essere visualizzato il numero telefonico dell'utente chiamante;
- la procedura di external handover mediante la quale sarà possibile mantenere una conversazione in corso nel caso di spostamenti tra stazioni radio base (RFP) contigue ma appartenenti ad aree di localizzazione gestite da controllori diversi.

Inoltre i terminali oggi disponibili per il servizio presentano funzionalità che rendono più semplici alcune procedure previste dal servizio Fido:

- aggancio automatico alla stazione radio base pubblica o alla terminazione privata (basetta) con

priorità alla seconda. Questa priorità garantisce quindi che nel caso di presenza di entrambi i segnali, pubblico e privato, il terminale si agganci automaticamente alla terminazione privata;

- presenza di messaggi alfanumerici o di icone sul display che indicano se la copertura è pubblica o privata e se è stata o no effettuata la procedura di registrazione in rete rispettivamente di ambiente pubblico o privato;
- procedure semplificate sia per registrare il terminale in ambiente pubblico o privato, sia per effettuare chiamate intercomunicanti, sia anche per accedere alla casella vocale.

Telecom Italia all'avvio del servizio lancerà due prodotti: il "DECTY" (figura 4) e il "DECTOP FREE" (figura 5). I due terminali differiscono per il colloquio uomo-terminale cordless e, in particolare, per le modalità con cui sono effettuate le diverse procedure e per le informazioni visualizzate sul display.

Nel terminale DECTY sono stati predisposti tasti funzionali per la procedura di registrazione in rete da ambiente pubblico o privato, per le chiamate intercomunicanti e per l'accesso alla casella vocale. Nel terminale DECTOP FREE le stesse prestazioni possono invece essere richiamate scegliendo le opzioni presenti nel menù principale

(registrazione ambiente) o nella funzione rubrica (intercomunicante, accesso alla casella vocale).



Figura 5 Terminale "DECTOP FREE".

A livello di informazioni che compaiono sul display, nel terminale DECTY il tipo di ambiente in cui è registrato il terminale è mostrato attraverso un'icona (casa o albero) mentre nel terminale DECTOP FREE la registrazione è presentata attraverso il messaggio "OK" associato all'informazione sul tipo di segnale ricevuto dal terminale.

La necessità di registrare il terminale nell'ambiente in cui il cliente si trova (pubblico o privato) gli è segnalato nel terminale DECTY mediante l'assenza dell'icona "casa o albero" e con un messaggio alfanumerico e in quello DECTOP FREE mediante l'assenza del messaggio "OK".

7. Conclusioni

La congiunzione tra aspetti di servizio e capacità dei terminali costituisce un punto di forza di Fido: gli aspetti normativi considerati sulla definizione dei requisiti di terminale, se da un lato garantiscono l'interoperabilità tra apparati, dall'altro hanno fornito la base, per definire un servizio conforme alle normative oggi in vigore.

I terminali cordless, oggi disponibili per il servizio, rispettano gli standard europei identificati nel documento; le prove effettuate in campo hanno permesso di verificarne la corretta funzionalità.

La sperimentazione condotta finora sul servizio ipotizzato ha infine confermato che tra i motivi di interesse per esso, appare dominante la soddisfazione del bisogno di reperibilità e la possibilità di effettuare chiamate di tipo "intercomunicante", e ha quindi posto in evidenza l'importanza della motivazione di "rassicurazione" come un'esigenza latente oggi presente presso molti clienti del servizio fonico di base.



Installazione di una stazione radio sopra una cabina per telefonia pubblica in una via di Torino.

Bibliografia

- [1] Dionisi, S.: *Architettura di rete per un sistema cordless urbano a standard DECT*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia», pp. 11-26.
- [2] Pellegrini, G.: *La tecnologia DECT: un'opportunità per l'offerta di nuovi servizi*. Su questo numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia», pp. 5-10.



Gaetano Morena ha conseguito nel 1993 la laurea in Scienze dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Torino. Nel 1994 è stato assunto presso il Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni (CSELT) del gruppo IRI-STET dove si occupa di applicazioni d'utente, terminali e servizi di comunicazione mobile all'interno della linea di ricerca Servizi per l'Utilizzatore Finale - Servizi dati e telematici. E' membro dell'European Telecommunication Standard Institute (ETSI) presso il quale partecipa alla definizione dello standard DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) e CTM (Cordless Terminal Mobility).



Maria Letizia Loriga, laureata in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" è stata assunta in Telecom Italia (ex SIP) nel 1990. Ha iniziato la sua attività presso la Direzione Generale nella Divisione Rete occupandosi di specifiche di accettazione per autocommutatori numerici. Da aprile 1995 opera nella Divisione Clienti Privati presso la Linea Marketing nel settore Sviluppo Servizi Prodotti Innovativi.



Marcello Testa si è laureato nel 1984 in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino e ha lavorato dapprima in CSELT, dove, dopo una prima esperienza di sviluppo SW di laboratorio, ha svolto attività prettamente sistemiche relativamente a tutti i livelli (OSI) del protocollo di segnalazione di rete CCITT No.7, dei servizi, dell'architettura e dei protocolli per la Rete Intelligente, dei protocolli di segnalazione per la rete a larga banda e del protocollo di segnalazione di accesso della rete ISDN, contribuendo alla standardizzazione internazionale (CCITT, ETSI). Nel 1993 è stato nominato presidente (chairman) del sottocomitato tecnico SP55 dell'ETSI (Signalling, Protocol and Switching - Customer Access to the ISDN) che si occupa sia dei protocolli di segnalazione di accesso e dei servizi delle reti ISDN e B-ISDN sia dei relativi aspetti di qualificazione. Dal 1995 è stato assunto in Telecom Italia come responsabile del settore Sviluppo Prodotti e Servizi Innovativi nell'ambito del Marketing della Divisione Clienti Privati, e opera prevalentemente nella definizione di nuovi servizi per la clientela residenziale e piccolo business.

Appendice A

ELEMENTI DI SERVIZIO CONFORMI AL CAP

- I servizi supplementari conformi al CAP sono per la maggior parte basati sul protocollo DECT con una interazione da parte dell'utente attraverso tastiera, e con messaggi visualizzati su display controllato a sua volta dalla rete. I servizi supplementari conformi al CAP sono:
 - Call Forwarding Unconditional (CFU)-Trasferimento di chiamata incondizionato;
 - Call Forwarding on Busy (CFB)- Trasferimento di chiamata su occupato;
 - Call Forwarding on No Reply (CFNR)-Trasferimento di chiamata su libero non risponde;
 - Call Forwarding on Not Reachable (CFNRc)-Trasferimento di chiamata nella condizione di terminale non raggiungibile (ad esempio terminale fuori copertura);
 - Calling Line Identification Presentation (CLIP)-Presentazione dell'identificativo della linea chiamante;
 - Calling Line Identification Restriction (CLIR)-Restrizione della presentazione dell'identificativo della linea chiamante;
 - Connected Line Identification Presentation (COLP)-Presentazione dell'identificativo della linea connessa;
 - Connected Line Identification Restriction (COLR)-Restrizione della presentazione dell'identificativo della linea connessa;
 - Outgoing Call Barring-Disabilitazione delle chiamate uscenti;
 - Incoming Call Screening-Selezione delle chiamate entranti;
 - Message Waiting Indication (MWI)-Indicazione della presenza di messaggi nella casella vocale.
- Tra i servizi elencati, quello di maggior interesse è senz'altro il servizio MWI, che fornisce un'indicazione automatica sulla presenza, sul numero e sul tipo di messaggi memorizzati all'interno di una casella vocale centralizzata. L'indicazione si presenta sul display dell'utente sotto forma di icona o di messaggio alfa-numerico.
- Altri servizi disponibili con il CAP riguardano le chiamate di emergenza, ovvero le chiamate a numeri di soccorso senza sottoscrizione di servizio, quattro ambienti di servizio presenti contemporaneamente sul terminale che possono essere assegnati per uso domestico, pubblico o affari.
- L'unico teleservizio oggi disponibile con il CAP è la telefonia di base tramite codifica a 32 kbit/s in tecnica ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation).

Appendice B

Prestazioni del livello di rete						
Servizi e Caratteristiche	GAP		Fido		Rif.	Descrizione
	PT	FT	PT	FT		
Chiamate Uscenti	M	M	M	M	N. 1 (GAP)	Chiamate iniziate da un terminale portatile DECT.
Off Hook	M	M	M	M	N. 2 (GAP)	Capacità di indicare l'azione Off-hook, ovvero di iniziare o accettare una chiamata.
On Hook (rilascio completo)	M	M	M	M	N. 3 (GAP)	Capacità di indicare l'azione On-hook, ovvero di terminare una chiamata e svincolare completamente la risorsa radio.
Cifre base selezionabili	M	M	M	M	N. 4 (GAP)	Capacità di selezionare le cifre da 0 a 9 e le funzioni asterisco (*) e cancelletto (#).
Richiamo di Registro	M	M	M	M	N. 5 (GAP)	Capacità di mantenere una chiamata in corso e selezionare in rete un registro per inviare successivamente segnalazioni di controllo.
Attiva segnalazione DTMF	M	M	M	M	N. 6 (GAP)	Capacità di attivare la segnalazione di codici multifrequenza DTMF.
Pausa di interselezione	M	O	M	O	N. 7 (GAP)	Capacità di inserire una pausa nel corso di una selezione.
Chiamate Entranti	M	M	M	M	N. 8 (GAP)	Chiamate ricevute da un terminale portatile DECT.
Autenticazione del terminale	M	M	M	M	N. 9 (GAP)	Capacità di verificare l'identità del portatile da parte della stazione radio base.
Autenticazione di Utente	M	O	M	O	N. 10 (GAP)	User Portable Identification (UPI): chiave di quattro o otto cifre, introdotta manualmente dall'utente per farsi riconoscere.
Registrazione di area di localizzazione	M	M	M	M	N. 11 (GAP)	Caratteristica tramite la quale un terminale può effettuare una registrazione su una parte fissa o su un gruppo di parti fisse, in modo che chiamate o messaggi di controllo possano essere instradati verso di esso.
On air key allocation	M	O	M	O	N. 12 (GAP)	Capacità del terminale di calcolare la chiave di autenticazione (User Authentication Key, UAK) attraverso una procedura che comporta l'inserimento del codice di autenticazione (Authentication Code, AC).
Identificazione di portatile	M	O	M	O	N. 13 (GAP)	Capacità di richiedere per la parte fissa e di fornire per il terminale portatile specifici parametri di identificazione.
Indicazione, Assegnazione di classe di servizio	M	O	M	O	N. 14 (GAP)	Capacità della parte fissa di assegnare una classe di servizio al terminale e di ricevere indicazione sulla classe di servizio dal terminale.
Alerting (avvertimento)	M	M	M	M	N. 15 (GAP)	Capacità della parte fissa di attivare e di disattivare sul terminale indicazioni di alerting (avvertimento).
ZAP (codice gestionale di verifica)	M	O	M	O	N. 16 (GAP)	Capacità di assegnare e riprogrammare sul terminale un codice utilizzabile per procedure gestionali.
Attivazione Crittografia da parte fissa	M	M	M	M	N. 17 (GAP)	Capacità di attivare i processi di crittografia.
Registrazione utente on-air	M	M	M	M	N. 18 (GAP)	Procedura per caricare in tempo reale i dati di registrazione di utente in un terminale portatile.
Link Control (controllo della connessione)	M	M	M	M	N. 19 (GAP)	Capacità di richiedere, accettare, mantenere e svincolare una connessione.

Servizi e Caratteristiche	GAP		Fido		Rif.	Descrizione
	PT	FT	PT	FT		
Cessazione dei diritti di accesso avviata dalla parte fissa	M	O	M	O	N. 20 (GAP)	Capacità di una parte fissa di disattivare la registrazione di un terminale portatile.
Rilascio parziale	O	O	O	O	N. 21 (GAP)	Capacità di chiudere una chiamata mantenendo la risorsa radio per accedere ad altri servizi.
Segnalazione di caratteri alfa numerici su display	O	O	M	M	N. 24 (GAP) CAP-N.3 (CAP)	Capacità del terminale portatile di ricevere e visualizzare su display caratteri alfa-numerici.
Segnalazione di caratteri di controllo	O	O	O	O	N. 25 (GAP) CAP-N.3 (CAP)	Capacità del terminale di ricevere caratteri per il controllo del display, ovvero per funzioni quali, ad esempio, clear-screen, inverse video, cursor control.
Autenticazione di parte fissa	O	O	O	O	N. 26 (GAP)	Verifica dell'identità di una parte fissa da parte del terminale portatile.
Attivazione Crittografia avviata da terminale	O	O	O	O	N. 27 (GAP)	Attivazione del processo di crittografia su comando del terminale portatile (il processo di livello MAC è sempre avviato dal terminale).
Disattivazione Crittografia avviata dalla parte fissa	O	O	O	O	N. 28 (GAP)	Disattivazione del processo di crittografia ad opera della parte fissa.
Disattivazione Crittografia avviata da terminale	O	O	O	O	N. 29 (GAP)	Disattivazione del processo di crittografia da parte del terminale portatile.
Presentazione del Calling Line Identification (CLI)	O	O	M	M	N. 30 (GAP, CAP)	Capacità di visualizzare il numero dell'utente chiamante prima dell'accettazione della chiamata.
External handover	-	-	M	M	CAP-N.1 (CAP)	Capacità di commutare una chiamata in corso da una parte fissa ad un'altra.

Prestazioni di livello applicativo

Stazione base domestica	-	-	M	M		Possibilità di uso del terminale DECT come cordless domestico. Comporta la disponibilità di una stazione base domestica (basetta) DECT collegata ad una linea telefonica nella rete pubblica.
Conversione dal codice di autenticazione ad una seq. di bit	M	M	M	M	A. 1 (GAP)	Conversione del codice di autenticazione (AC, inserito manualmente) in una sequenza di bit utilizzabile nella procedura di "On air key allocation".
Registrazioni multiple	M	O	M	O	A. 2 (GAP, CAP)	Capacità del terminale di memorizzare più insiemi di registri di sottoscrizione per la registrazione di ambiente (almeno due).
Digitazione del Portable Access Right Key (PARK) da terminale	O	O	O	O	A.3 (GAP)	Capacità del terminale di accettare un valore PARK inserito manualmente dall'utente. Questa caratteristica consente di scegliere, digitandone il codice manualmente, una parte fissa in un'area coperta da più parti fisse.

Appendice C

Servizi e Caratteristiche	GAP		Fido		Rif.	Descrizione dei servizi di livello data-link (DLC)
	PT	FT	PT	FT		
Servizio LAPC (Link Access Protocol type C) di classe A e servizio Lc	M	M	M	M	D. 1 (GAP)	I servizi sul piano C (piano di controllo) di livello data-link sono garantiti da due entità logiche distinte: il LAPC (Link Access Protocol tipo C) e l'Lc. L'entità LAPC provvede alla trasmissione delle informazioni del piano di controllo di livello rete, conformemente ad un protocollo derivato dal protocollo ISDN LAPD protocol (CCITT Raccomandazioni Q.920 e Q.921). Le informazioni di livello rete, se necessario, sono segmentate e trasmesse in singoli blocchi numerati. Il servizio LAPC di classe A impiega un meccanismo di conferma della trasmissione per ogni singolo blocco trasmesso. L'entità Lc trasmette al livello di accesso al mezzo (MAC) interi blocchi LAPC, effettuando l'opportuna frammentazione di blocco.
Frammentazione e ricombinazione del canale Cs	M	M	M	M	D. 2 (GAP)	Servizio fornito dall'entità Lc di frammentazione e ricombinazione di blocchi relativi al canale Cs. Il canale logico Cs è un canale lento bidirezionale del livello di accesso al mezzo (MAC).
Servizio broadcast Lb	M	M	M	M	D. 3 (GAP)	Servizio broadcast punto-multipunto (da parte fissa al terminale portatile). Utilizza blocchi DLC di lunghezza fissa.
Handover volontario della comunicazione all'interno della stessa cella	M	C	M	C	D. 4 (GAP)	Processo di handover gestito dal livello DLC del terminale portatile (per esempio come risultato di una qualità di servizio di livello MAC bassa). Questo comporta il reinstradamento dei dati su una diversa connessione MAC (all'interno della stessa cella) da parte di un insieme di entità DLC (piano di controllo e piano di utente) in modo trasparente rispetto al livello NWL.
Handover volontario della comunicazione tra celle diverse	M	O	M	O	D. 5 (GAP)	Processo di handover gestito dal livello DLC del terminale, per esempio come risultato di una qualità di servizio di livello MAC bassa. Questa operazione comporta il reinstradamento dei dati su una diversa connessione MAC (<i>non</i> all'interno della stessa cella) da parte di un insieme di entità DLC (piano di controllo e piano di utente) in modo trasparente rispetto al livello NWL.
Attivazione crittografia (DLC)	M	M	M	M	D. 6 (GAP)	Trasmissione della richiesta di livello NWL per l'attivazione della crittografia e per la trasmissione della chiave di cifratura al livello MAC. Questa operazione abilita il processo di crittografia a livello MAC.
LU1 TRUP (Transparent UnProtected Service) classe 0 (a ritardo minimo)	M	M	M	M	D. 7 (GAP)	Servizio trasparente del piano U (piano Utente) che comporta un livello minimo di ritardo per il trasferimento della fonia e dei dati dai livelli superiori al livello di accesso al mezzo. Il servizio di fonia utilizza questo servizio DLC in abbinamento ad una singola connessione MAC. <i>Non è garantita l'integrità dei dati, né la correzione degli errori</i> (i blocchi possono essere persi, duplicati o giungere errati). I dati relativi alla codifica della voce sono frammentati per la trasmissione sul canale logico In. Il canale In è un canale del livello di accesso al mezzo (MAC) caratterizzato da una protezione minima contro gli errori e da un ritardo minimo nella trasmissione.
FU1	M	M	M	M	D. 8 (GAP)	Una struttura di blocco (utilizzata dal servizio LU1 TRUP per la fonia) a lunghezza fissa utilizzata per i dati del piano di utente trasmessi/ricevuti al/dal livello MAC.
Disattivazione crittografia (DLC)	C	C	C	C	D. 9 (GAP)	Trasmissione della richiesta di livello NWL per la disattivazione della crittografia al livello MAC. Questa operazione disabilita il processo di crittografia a livello MAC.

Appendice D

Servizi e Caratteristiche	GAP		Fido		Rif.	Descrizione dei servizi di livello di accesso al mezzo (MAC)
	PT	FT	PT	FT		
Generale	M	M	M	M	M. 1 (GAP)	Un insieme di requisiti base che riguardano il formato dei dati, la multiplazione, l'uso di codici correttori, la ricerca e la selezione di un canale. Si tratta sostanzialmente di pre-requisiti per la comunicazione tra entità MAC.
Broadcast continuo	M	M	M	M	M. 2 (GAP)	Servizio MAC tramite il quale una parte fissa trasmette in broadcast informazioni utilizzate dai terminali per acquisire i parametri di sistema.
Paging broadcast (diffusione di un segnale di ricerca)	M	M	M	M	M. 3 (GAP)	Servizio tramite il quale una parte fissa trasmette in broadcast informazioni di controllo. Questo servizio è utilizzato dalla stazione radio-base per operazioni di ricerca (normalmente utilizzato per chiamate entranti).
Connessioni base	M	M	M	M	M. 4 (GAP)	Servizio che fornisce una connessione bidirezionale tra parte fissa e mobile. Questo servizio impiega il canale In (utilizzato dal servizio di fonìa).
Segnalazioni di alto livello Cs	M	M	M	M	M. 5 (GAP)	Servizio orientato alla connessione a basso traffico e protetto da errori tramite ri-trasmissione dei blocchi utilizzato per trasferire segnalazioni di livello superiore sul canale Cs.
Controllo di qualità	M	M	M	M	M. 6 (GAP)	Servizio utilizzato per verificare e per controllare la qualità del canale radio.
Attivazione della crittografia (MAC)	M	M	M	M	M. 7 (GAP)	Servizio utilizzato per attivare il processo di crittografia dei dati di livello superiore (inclusa la fonìa). Si tratta di un servizio avviato dal terminale.
Disponibilità di frequenze estese	M	O	M	O	M. 8 (GAP)	Servizio che permette ad una parte fissa di impiegare frequenze in aggiunta alle frequenze DECT.
Handover all'interno di una stessa cella	M	C	M	C	M. 9 (GAP)	Processo interno del livello MAC tramite il quale i dati trasferiti (sui canali C e I) sono reinstradati da un portante bidirezionale ad un altro all'interno di una stessa cella.
Handover tra celle diverse	M	O	M	O	M. 10 (GAP)	Processo interno del livello MAC tramite il quale i dati trasferiti (sui canali C e I) sono re-instradati da un portante bidirezionale ad un altro <i>non</i> appartenente alla stessa cella del primo.
Handover di connessione all'interno di una stessa cella	M	C	M	C	M. 11 (GAP)	Processo di livello MAC attivato dal livello DLC tramite il quale è stabilita una nuova connessione base all'interno della stessa cella.
Handover di connessione tra celle diverse	M	O	M	O	M. 12 (GAP)	Processo di livello MAC attivato dal livello DLC tramite il quale è stabilita una nuova connessione base tra celle diverse.
Supporto del SARI	M	O	M	O	M. 13 (GAP)	Capacità di gestire oltre ad un ARI primario (chiamato PARI), anche un ARI secondario (SARI) che una parte fissa trasmette in broadcast (con una frequenza minore rispetto all'ARI). Può essere utilizzato in un contesto di accordi tra gestori differenti, consentendo così ad un terminale di accedere a servizi differenti, o ad aree servite da gestori diversi attraverso la stessa stazione radio-base.
Disattivazione della crittografia (MAC)	C	C	C	C	M. 14 (GAP)	Servizio utilizzato per disattivare il processo di crittografia dei dati di livello superiore (inclusa la fonìa). Il rilascio di una connessione disabilita automaticamente il processo di crittografia.

La segnalazione per reti a larga banda

ANDREA LAZZAROLI
ALBERTO PAGLIALUNGA
MAURIZIO SIVIERO

Nell'ambito della serie di articoli che il "Notiziario Tecnico" sta dedicando alla tecnica ATM (Asynchronous Transfer Mode), il presente testo affronta il tema della segnalazione per le reti a larga banda. In particolare, in esso sono indicati i principi fondamentali dei sistemi di segnalazione per le reti ATM, e sono messi in rilievo gli aspetti di maggiore innovazione rispetto ai sistemi definiti per le reti ISDN (Integrated Services Digital Network) a banda stretta. Sono inoltre descritti i modelli, le architetture di riferimento e le applicazioni relative sia all'ambito delle telecomunicazioni tradizionali sia all'area coperta dall'Information Technology e dall'internetworking (IP over ATM). È poi presentato un quadro dell'evoluzione dei sistemi di segnalazione, in termini di funzionalità e di protocolli, mostrando una panoramica delle attività di normativa sia nazionali sia internazionali. Conclude la trattazione una breve sintesi sulla disponibilità delle prestazioni di segnalazione su apparati in tecnica ATM.

1. Introduzione

La capacità di offrire ad un'utenza sempre più ampia servizi avanzati, quali quelli multimediali, è considerata oggi uno dei principali fattori di successo per lo sviluppo delle reti di telecomunicazioni. Per rispondere a questa attesa del mercato è necessario che le reti consentano il trasferimento di segnali fonici e di dati, ad esempio grafici, video e archivi elettronici (file), la distribuzione di programmi televisivi, l'accesso a librerie elettroniche, per rendere disponibile un'ampia categoria di nuovi servizi e applicazioni in aggiunta a quelli tradizionali.

Il trattamento efficiente di una così elevata varietà di servizi richiede alle reti di telecomunicazioni la capacità di allocare dinamicamente e di gestire in maniera flessibile le risorse di comunicazione. La risposta a questa esigenza è stata individuata, a livello internazionale, nell'adozione della tecnica di trasferimento ATM che consente il trasporto in modo integrato delle diverse tipologie di traffico.

Sulla base di questa tecnica, che ha portato allo sviluppo di una nuova generazione di apparati di rete e di terminali, si stanno oggi realizzando le reti a larga banda. Queste reti, in grado di fornire inizialmente servizi solo su base permutata, stanno evolvendo con l'inclusione di prestazioni di tipo commutato che consentiranno di sfruttare le potenzialità e la flessibilità della tecnica ATM con una conseguente ottimizzazione nella gestione delle risorse di rete. Il passaggio dalla permutazione alla commutazione comporta l'introduzione in rete del sistema di segnalazione per reti

ATM che, pur garantendo una facilità di interlavoro con quello ISDN, presenta rispetto a questo sistema elementi fortemente innovativi.

Questo articolo presenta il sistema di segnalazione per reti ATM: dopo alcuni richiami sulla tecnica ATM, peraltro già trattata con maggior dettaglio in precedenti articoli pubblicati sul "Notiziario Tecnico" [1] [2] [3], sono introdotte le caratteristiche principali del sistema, mettendone in rilievo gli aspetti più rilevanti e il carattere innovativo rispetto a quello definito per le reti ISDN a banda stretta. Sono descritti successivamente i protocolli e le funzionalità specificate presso gli Enti di normativa sulla base di un approccio strutturato in fasi temporali successive che, partendo da un insieme base di funzionalità (capabilities), consente l'introduzione graduale di funzionalità aggiuntive. Sono infine indicate le principali scelte effettuate nella redazione delle specifiche nazionali *SASCN (Specifiche di Accettazione dei Sistemi di Commutazione Numerici)* per la segnalazione a larga banda e sono fornite alcune indicazioni relative alla disponibilità sul mercato di autocommutatori che presentano le funzionalità di segnalazione.

2. Richiami sulla tecnica ATM

L'ATM [1] [2] è una tecnica di moltiplicazione e commutazione asincrona che realizza la segmentazione di flussi informativi eterogenei in *celle* elementari di lunghezza fissa e ugual formato e che permette quindi un trattamento in rete unificato e semplificato.

Prima della fase di trasferimento, la tecnica ATM richiede di instaurare un canale virtuale tra gli estremi che devono essere posti in comunicazione. Il concetto di canale virtuale permette di suddividere, a livello logico, la capacità trasmissiva del portante fisico e di allocare questa capacità in maniera flessibile: con la concatenazione dei canali virtuali sono così formate le connessioni virtuali attraverso la rete.

La ripartizione avviene su due livelli di moltiplicazione (figura 1) mediante la suddivisione della banda trasmissiva totale del collegamento in più cammini virtuali *VP* (*Virtual Path*), e di questi ultimi in più canali virtuali *VC* (*Virtual Channel*). I canali e i cammini virtuali sono individuati rispettivamente mediante gli identificativi *VCI* (*Virtual Channel Identifier*) e *VPI* (*Virtual Path Identifier*): canali virtuali appartenenti a diversi cammini virtuali possono avere lo stesso identificativo *VCI*; un canale virtuale è quindi identificabile univocamente solo attraverso la coppia di valori *VPI* + *VCI*.

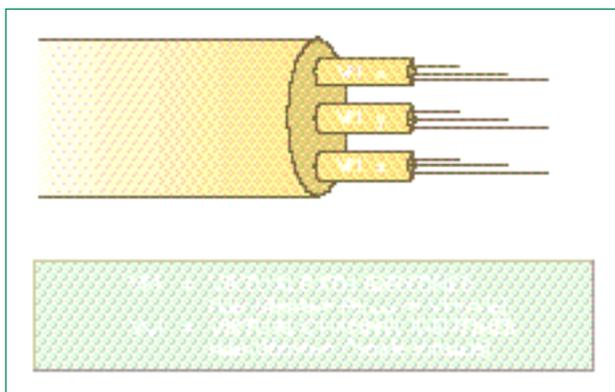


Figura 1 Moltiplicazione di canali virtuali ATM all'interno di un collegamento fisico.

Gli identificativi *VPI* e *VCI* sono utilizzati nelle operazioni di moltiplicazione, di demoltiplicazione e di commutazione delle celle ATM. La commutazione di celle ATM comporta la realizzazione di due operazioni [3]:

- il trasferimento delle celle dalle porte fisiche di ingresso a quelle di uscita, in linea con le necessità di instradamento delle stesse;
- il cambiamento dell'identificativo (traduzione di etichetta) dal canale virtuale d'ingresso a quello di uscita.

Gli identificativi *VPI* e *VCI* hanno perciò significato solo locale, tra nodi adiacenti della rete.

3. Caratterizzazione della segnalazione per reti ATM

3.1 Modello di riferimento

Il modello di riferimento dei protocolli *B-ISDN* (*Broadband - Integrated Services Digital Network*), come chiarito in [3], si struttura secondo tre piani, analogamente a quanto definito per le reti ISDN a ban-

da stretta: lo *user plane* contiene i protocolli utilizzati dall'utente per trasferire le informazioni attraverso la rete e dipende in genere dall'applicazione utilizzata; il *control plane* contiene i protocolli utilizzati per il controllo e l'impegno delle risorse di rete necessarie a garantire lo scambio delle informazioni sul piano d'utente (ad esempio instaurazione, mantenimento e rilascio delle connessioni); il *management plane* contiene i protocolli per le funzioni di esercizio e manutenzione e comprende anche il trattamento delle connessioni permutate. I protocolli di segnalazione B-ISDN, considerati nel presente articolo, si collocano sul piano di controllo [4].

L'introduzione di questi protocolli nei nodi di rete consente il passaggio dalla permutazione, effettuata per mezzo di permutatori numerici (cross-connect) ATM, alla commutazione, effettuata mediante autocommutatori. Nel primo caso l'impegno delle risorse di rete avviene in maniera semi-permanente sotto il controllo di un sistema di gestione che presiede all'instaurazione e al rilascio di connessioni Virtual Path. Quando, invece, si impiegano autocommutatori, l'impegno delle risorse necessarie al servizio richiesto avviene in tempo reale a seguito di una richiesta da parte dei terminali d'utente, a livello di connessioni Virtual Channel; è possibile quindi stabilire per ogni connessione i parametri caratteristici (ad esempio la richiesta di banda) sulla base delle richieste specifiche. Risulta quindi evidente il grado di flessibilità offerto all'utenza con l'introduzione in rete della segnalazione B-ISDN.

3.2 Architettura di riferimento

L'architettura della rete B-ISDN commutata è rappresentata in figura 2: in essa è mostrato che alla rete pubblica sono connessi per mezzo della segnalazione pubblica relativa all'interfaccia *UNI* (*User Network Interface*) tra l'utente e la rete, sia singoli terminali d'utente, sia sistemi appartenenti a reti private; tra i nodi della rete all'interfaccia *NNI* (*Network Node Interface*) è impiegata una diversa segnalazione. In ambito privato è utilizzata, analogamente, una segnalazione *Private UNI* all'interfaccia d'accesso e una segnalazione *PNNI* (*Private NNI*) per le interconnessioni tra nodi di rete.

Diversi organismi di normativa hanno contribuito alla definizione dei protocolli di segnalazione da adottare a queste interfacce, così che per esse sono oggi disponibili differenti specifiche. In particolare, l'*ITU-T* (*International Telecommunication Union*) ha definito i protocolli di segnalazione secondo una linea evolutiva, in modo da consentire lo sviluppo delle reti a larga banda nel rispetto dei principi già adottati nelle reti a banda stretta e dei necessari requisiti di compatibilità tra le due diverse tipologie di reti. Le specifiche prodotte in ATM Forum, e in particolare le specifiche del sistema PNNI, che si descriverà nel seguito, hanno invece inteso risolvere gli aspetti di segnalazione peculiari del contesto privato introducendo alcuni principi provenienti dalla Information Technology. Esse offrono una risposta ai requisiti di segnalazione relativi alle interfacce UNI e NNI di tipo privato, ma possono essere applicate anche al con-

testo pubblico per realizzare reti ad esempio sovrapposte, in genere specializzate, per applicazioni legate al trasferimento di dati, e senza necessità di interlavoro con la ISDN.

L'attività svolta dagli organismi di normativa, descritta particolareggiatamente nel seguito, risulta quindi importante per comprendere i concetti presi come riferimento per gli sviluppi della segnalazione per le reti a larga banda, e la diversità dei protocolli tra ambiente pubblico e privato. Le differenze al riguardo non sono motivate solo dai diversi requisiti (analogamente al caso delle reti a banda stretta, nelle reti private si privilegiano infatti protocolli più semplici e flessibili, che consentono di fornire un ampio insieme di servizi, sia secondo standard sia proprietari, con requisiti limitati in termini di capacità elaborativa), ma da un tipo di approccio completamente diverso nei confronti delle procedure di instradamento e indirizzamento.

4. Nuovi concetti introdotti dalla segnalazione per reti a larga banda

Le caratteristiche innovative nei protocolli di segnalazione per le reti a larga banda sono una conseguenza sia della maggiore flessibilità resa disponibile dalla tecnica di trasporto ATM sia delle nuove esigenze associate all'introduzione dei servizi multimediali: alla rete è richiesta la capacità di trasportare contenuti di diverso tipo (ad esempio segnali audio, video, o di dati) tra un numero variabile di terminazioni della rete, secondo configurazioni diverse dei collegamenti, ma pur sempre nel contesto di un'unica *istanza di servizio*.

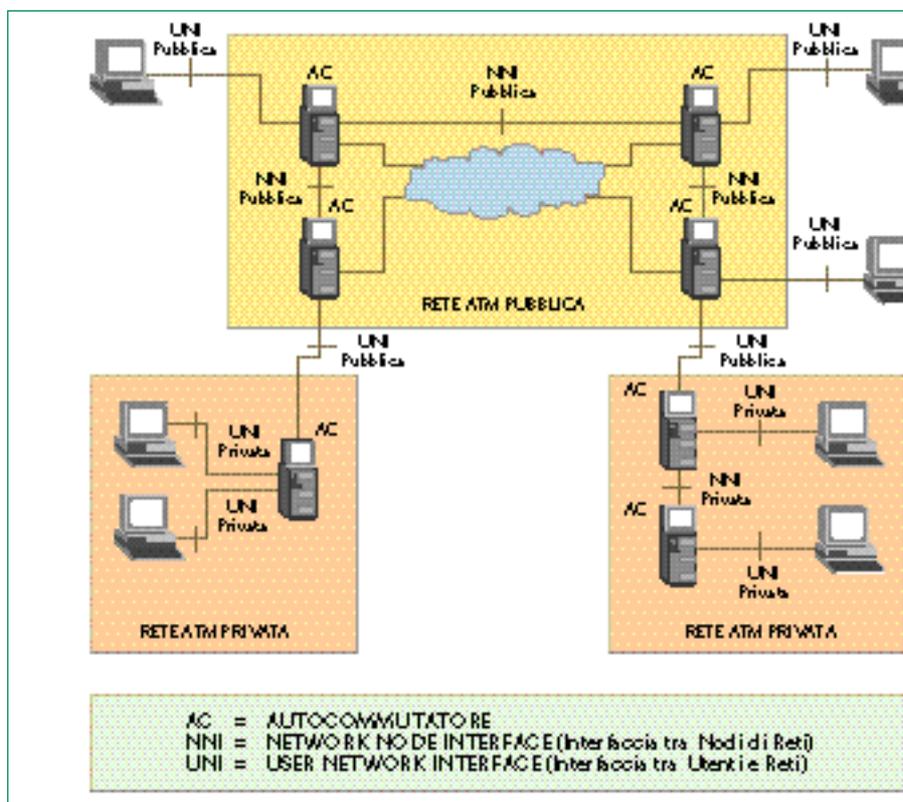


Figura 2 Architettura di riferimento per la rete B-ISDN.

Uno degli aspetti più innovativi introdotti con la segnalazione per le reti a larga banda riguarda la separazione del controllo di *chiamata* da quello di *connessione* [5], che rende più agevole l'instaurazione e l'abbattimento di più connessioni nell'ambito di una stessa chiamata (chiamate multiconnessione) e l'aggiunta di nuovi utenti in conferenza nel corso di una chiamata (chiamate multiparty). Si tratta quindi di una impostazione innovativa del concetto di chiamata, non più finalizzata a realizzare una connessione tra due terminazioni della rete, ma interpretata come relazione logica tra un insieme variabile di estremi della rete all'interno della quale è possibile impegnare, secondo le specifiche esigenze delle applicazioni utilizzate, le risorse di rete necessarie. Questi concetti, nel contesto dei servizi multimediali, trovano un effettivo campo di applica-

I NUOVI CONCETTI INTRODOTTI DALLA SEGNALEZIONE PER RETI ATM

- Rispetto alle soluzioni adottate per la segnalazione delle reti ISDN a banda stretta, notevole è il livello di innovatività introdotto con i protocolli di Segnalazione per reti ATM che non si limitano ad aumentare la banda gestibile dalla rete e assegnabile all'utente, ma introducono nuovi concetti legati ai requisiti associati all'offerta dei servizi multimediali.
- L'introduzione dei nuovi concetti di "sessione" e di "separazione tra il controllo di chiamata e di connessione" conferisce infatti alla Segnalazione per reti ATM una maggiore flessibilità nel controllo delle risorse di rete.

zione nel trasporto su connessioni distinte di diversi tipi di informazioni, quali quelle foniche, video e di dati, ma pur sempre nell'ambito di una stessa chiamata.

La funzionalità di *LA (Look-Ahead)* rappresenta una prima applicazione del concetto di separazione tra il controllo della chiamata e della connessione. Questa prestazione consente di "esplorare" la compatibilità e la disponibilità del terminale di destinazione prima di impegnare verso di esso le risorse di rete.

Il flusso di messaggi utilizzato per l'instaurazione di una chiamata, e della relativa connessione, utilizzando la procedura di Look-Ahead è riportato in figura 3.

La procedura è avviata dalla centrale di origine mediante il messaggio di richiesta *LA_Invoke* a seguito della domanda di instaurare una connessione da parte del terminale chiamante (*messaggio Setup*), e prima di allocare le risorse di rete da esso richieste. Solo in caso di ricezione di una risposta positiva (contenuta nel messaggio di risposta *LA_Result*) la centrale locale avvia le normali procedure per instaurare la chiamata mediante il messaggio *IAM (Initial Address Message)*.

Questa forma di separazione di controllo, tra chiamata e connessione, consente di evitare l'impegno di risorse di rete per quelle chiamate che terminerebbero su terminali incompatibili o che sono in stato di occupato. Questo vantaggio risulta di maggior rilievo nel caso di trasporto di servizi multimediali (con elevati requisiti di banda) nell'ambito di reti evolute caratterizzate da una molteplicità di terminali (ad esempio Personal Computer, sistemi per videoconferenza) non necessariamente tra loro compatibili.

Altre forme di separazione del controllo della chiamata da quello delle risorse di rete sono in fase di definizione presso gli organismi di normalizzazione e includono, in particolare per applicazioni di tipo multiconnessione, lo sviluppo di *due protocolli* separati: il primo per la *chiamata*, l'altro per l'*instaurazione della connessione (bearer)*: in questo caso l'impegno delle risorse commutate può avvenire contemporaneamente all'instaurazione della chiamata o in una fase successiva.

Il concetto di sessione amplia ulteriormente la flessibilità già introdotta con la separazione del controllo di chiamata da quello di connessione: essa consente infatti di identificare univocamente attraverso una o più reti le richieste di servizio a prescindere dalla presenza o no di chiamate o di connessioni. Si crea in questo modo la capacità da parte della rete di gestire in un unico contesto, strettamente legato alla

richiesta di un servizio, una pluralità di risorse impegnate in tempi diversi da utenti differenti.

5. La segnalazione negli ambienti di normativa

Gli standard di segnalazione per reti ATM sono stati sviluppati dall'ITU-T con il contributo di vari Enti di standardizzazione, tra cui l'*ETSI (European Telecommunication Standards Institute)*. Altri organismi internazionali, hanno anche assunto una forte rilevanza per l'importanza del loro impegno nel definire *nuo-*

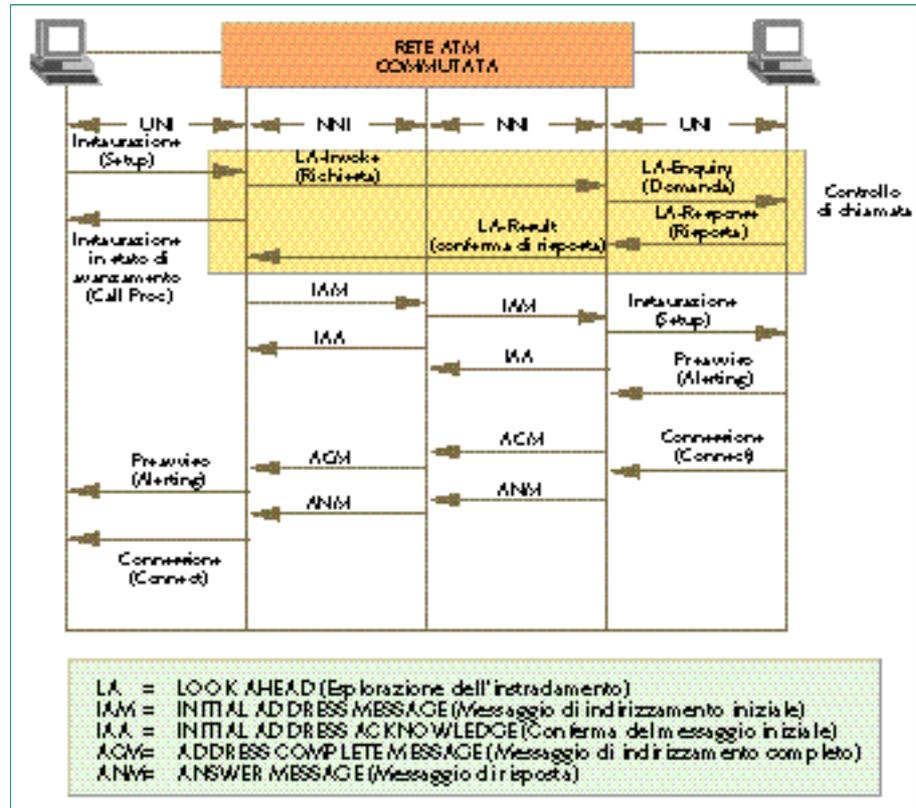


Figura 3 Esempio di instaurazione di chiamata con Look-Ahead.

ve specifiche tecniche (*implementation agreement*) e nuove soluzioni tecnologiche; tra queste un ruolo di primo piano è svolto dall'ATM Forum [6].

5.1 Attività di normativa svolta in ITU-T

Con riferimento alla definizione dei protocolli di segnalazione B-ISDN, l'attività condotta in ITU-T è stata strutturata in fasi successive. In particolare:

- la Commissione 13 (*ITU-T Study Group 13, SG13*) ha identificato tre rilasci (Release) per la B-ISDN [7], principalmente riferiti ai servizi, per i quali sono specificati i singoli requisiti generali per la segnalazione;
- sulla base delle indicazioni dettate dallo SG13, la Commissione 11 (*ITU-T Study Group 11, SG11*), ha strutturato in diversi insiemi di prestazioni, deno-

minati *Capability Set*, la graduale evoluzione delle funzionalità dei protocolli di segnalazione.

Le relazioni tra le attività svolte dai due gruppi (SG11 e SG13) in ambito ITU-T possono essere schematizzate secondo le fasi mostrate nella figura 4.

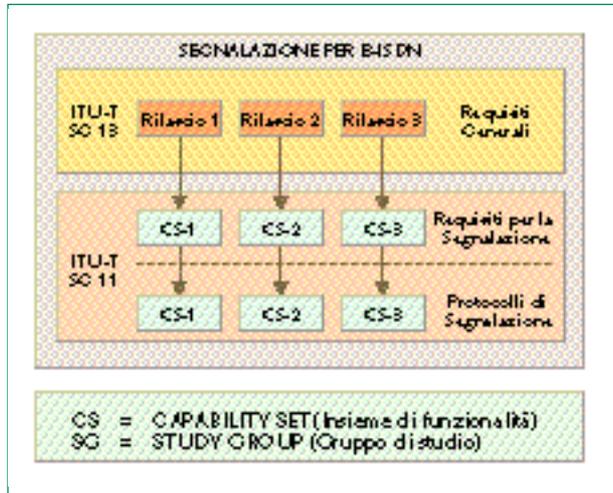


Figura 4 Relazioni tra le attività di ITU-T nelle Commissioni 11 e 13.

L'approccio di sviluppo così definito, per passi successivi, permette di aggiungere nuove funzionalità in rete senza modificare i sistemi esistenti, ma piuttosto arricchendoli. In questo modo è stato possibile assicurare l'interoperabilità tra sistemi di versioni diverse, sviluppati in fasi successive, sulla base dell'insieme comune di funzionalità. Un ulteriore vantaggio di questo approccio consiste nella possibilità di realizzare, nelle reti e negli apparati, solo le funzionalità richieste relative agli specifici servizi forniti.

Questo approccio è stato realizzato definendo un primo insieme di funzionalità essenziali, derivato da quelle utilizzate per il controllo della rete ISDN a banda stretta (chiamata base), al quale aggiungere successivamente nuove prestazioni per sfruttare completamente le potenzialità della tecnica ATM (figura 5).

Il processo di sviluppo complessivo così definito sulla base dei tre insiemi di funzionalità *CS* (*Capabi-*

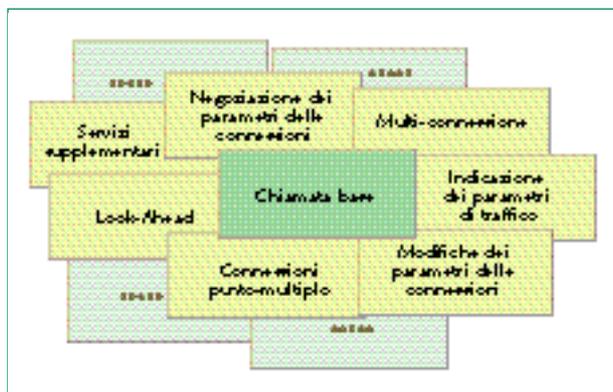


Figura 5 Evoluzione delle funzionalità dei sistemi di segnalazione.

lity Set) è mostrato nella figura 6.

Il primo insieme di raccomandazioni di segnalazione per reti ATM specificato in ambito ITU-T è stato il CS1, approvato nel 1994, con il quale sono stati definiti i protocolli per il controllo della chiamata base e di alcuni servizi supplementari. Le funzionalità del CS1 permettono di instaurare dinamicamente connessioni commutate attraverso la rete ATM, ma presentano alcune limitazioni: per ogni chiamata è possibile infatti instaurare una sola connessione in configurazione punto-punto, ossia tra due soli estremi della rete. L'assegnazione della banda trasmissiva alla connessione è inoltre rigida in quanto essa è stabilita in maniera fissa durante la fase di instaurazione e non può essere variata in base alle caratteristiche del traffico trasmesso: l'assegnazione della banda avviene quindi in base al valore di picco dichiarato dall'utente.

Le funzionalità del CS1 garantiscono anche l'interoperabilità con la segnalazione delle reti ISDN a banda stretta *N-ISDN* (*Narrowband-Integrated Services Digital Network*), per la fornitura dei servizi portanti a circuito. Per agevolare le procedure di interlavoro, la segnalazione a larga banda include procedure ed elementi di protocollo analoghi a quelli definiti per la segnalazione a banda stretta.

Le funzionalità del Capability Set 1 sono estese con il successivo *Capability Set* (*CS2*). Con esso sono specificate le procedure per l'instaurazione di connessioni commutate anche in configurazione punto-multi-



Figura 6 Funzionalità dei protocolli di segnalazione.

punto. L'assegnazione della banda trasmissiva alle connessioni è inoltre resa maggiormente flessibile rispetto al CS1, grazie all'utilizzo di un insieme di parametri di tipo statistico con cui è caratterizzato il traffico trasmesso, che oltre alla banda di picco permettono di specificare, ad esempio, la banda media impiegata; questi parametri sono sia negoziabili durante la fase di instaurazione delle connessioni, sia modificabili successivamente, durante la fase attiva della chiamata.

Il CS2 prevede infine la possibilità di instaurare più connessioni nell'ambito di una stessa chiamata (chiamate multiconnessione, ad esempio per il trasporto separato dei programmi interattivi e dei relativi flussi di controllo), seppure limitatamente al caso delle sole configurazioni di tipo punto-punto, e introduce la prestazione di Look-Ahead prima descritta (paragrafo 4).

Le funzionalità previste per il *Capability Set 3* permetteranno infine un'ulteriore crescita delle prestazioni della rete di segnalazione. Esse comprenderanno l'integrazione della segnalazione B-ISDN con le piattaforme di Rete Intelligente e di gestione *TMN* (*Telecommunication Management Network*), e forniranno un maggiore ausilio alle esigenze di mobilità.

5.2 L'architettura dei protocolli di segnalazione per reti B-ISDN

Nella definizione dei protocolli di segnalazione del CS1, un'attività di particolare rilievo è stata svolta per la separazione delle funzionalità del *SS N°7* (*Sistema di Segnalazione a canale comune Numero 7*): in particolare, all'interno del livello *B-ISUP* (*Broadband-ISDN User Part*) [8] le funzioni di protocollo sono state dapprima scisse da quelle più strettamente collegate al controllo locale dell'autocommutatore. È stato così possibile strutturare il livello *B-ISUP* secondo moduli funzionali elementari, per il controllo, ad esempio, della chiamata e della connessione, comunicanti tra loro mediante segnali interni (primitive).

I messaggi, i parametri e le procedure che consentono le funzionalità di *Capability Set 2* relative al controllo delle connessioni sono state quindi definite come estensioni del protocollo *B-ISUP* di chiamata base. Al contrario, per la funzionalità di *Look-Ahead*, prima descritta, è stata invece definita una nuova famiglia di protocolli, che utilizzano *TCAP* (*Transaction Capabilities Application Part*) [9] ed *SCCP* (*Signalling Connection Control Part*) [10] per il trasporto delle informazioni tra nodi remoti della rete.

La segnalazione *B-ISUP*, in analogia con la segnalazione *ISUP* (*ISDN User Part*), definita per le reti *ISDN* a banda stretta, si avvale dei principi della segnalazione a canale comune. Questi hanno dovuto essere adattati anzitutto per consentire di introdurre le funzionalità di segnalazione definite con i *Capability Set 1* e *Capability Set 2* - che hanno richiesto di definire e realizzare nuovi protocolli applicativi (user part) - e in secondo luogo per permettere di adottare la tecnica *ATM*, che ha richiesto specifici sviluppi anche sui livelli di trasporto.

In particolare, per quanto riguarda il livello 3 della *MTP* (*Message Transfer Part*), per il controllo dei circuiti di segnalazione, la sua realizzazione per la rete *B-ISDN* (indicata come *MTP-3b - MTP Level 3 for B-ISDN*) [12], ha richiesto di adattare il protocollo *MTP-3* impiegato nella *N-ISDN* al fine di consentire l'utilizzo dei servizi di livello inferiore, offerti dal *SAAL* (*Signalling ATM Adaptation Layer*) [13] anziché l'*MTP-2* (*MTP Level 2*). Questo adattamento alla nuova tecnica ha reso necessario il trasferimento di messaggi di maggior lunghezza (fino a 4.096 ottetti) rispetto alla *N-ISDN* (il cui limite imposto dal livello *MTP-2* era di 272 ottetti) lasciando invariata l'interfaccia (le primitive) verso le User Part.

Relativamente al *SCCP* è stata invece definita una nuova versione di protocollo utilizzabile sia in reti basate sui tradizionali sistemi plesiocroni sia in reti che impiegano la tecnica *ATM*.

La collocazione dei protocolli *B-ISUP*, nel contesto dell'architettura dei protocolli di segnalazione all'interfaccia di rete (*NNI*), è riportata nella figura 7: in essa è

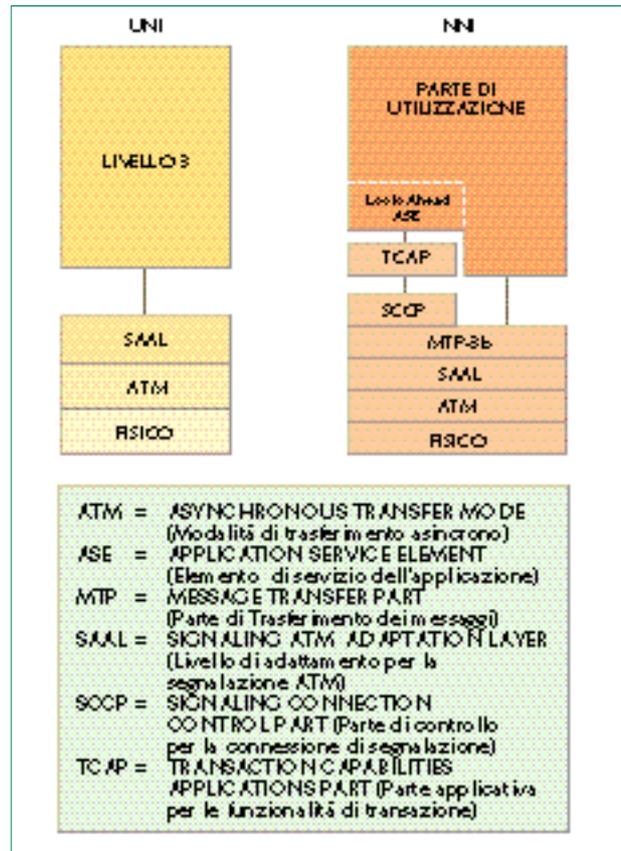


Figura 7 Architettura dei protocolli di segnalazione per la B-ISDN.

mostrata la suddivisione in livelli e la corrispondenza con i protocolli definiti all'interfaccia di accesso (UNI).

5.3 Attività di normativa svolta in ATM Forum

Un forte impulso alle attività di normativa è stato anche impresso dall'ATM Forum. Questa istituzione costituitasi su base volontaria nel 1991, persegue come obiettivo principale la promozione e l'accelerazione dello sviluppo di apparati e prodotti di rete in tecnica *ATM*, attraverso la definizione comune di interfacce *ATM*. Le specifiche prodotte dall'ATM Forum costituiscono il resoconto degli accordi tra i propri membri sul come realizzare gli apparati, sulla base degli standard internazionali e delle tecnologie disponibili; la partecipazione attuale al Forum dei più importanti gestori internazionali nei settori delle Telecomunicazioni e della Information Technology rende le specifiche prodotte un importante riferimento per la realizzazione dei sistemi *ATM* [6].

Le specifiche di segnalazione prodotte in ambito *ATM Forum* sono riferite all'interfaccia di accesso, a quella di rete (per il contesto privato), e a quella tra gestori per l'interconnessione tra reti diverse. In particolare:

- le specifiche *UNI*, prodotte dal gruppo *SIG* (*Signalling*), si riferiscono ai protocolli per la segnalazione di accesso (interfaccia utente-rete);
- le specifiche *B-ICI* (*B-ISDN Inter Carrier Interface*) definiscono i protocolli di segnalazione per l'inter-

LA SEGNALAZIONE E GLI AMBIENTI DI NORMATIVA

- Le Raccomandazioni prodotte dall'ITU-T per la segnalazione ATM sono state realizzate partendo da quelle della rete ISDN. Il sistema di Segnalazione specificato per la ISDN a larga banda, la B-ISDN, ha così ereditato alcune caratteristiche principali di quello definito per la rete a banda stretta; questi due sistemi sono accomunati dai criteri generali che assegnano alla "rete" un ruolo primario nel controllo dei servizi offerti all'utente finale.
- Con il crescere della maturità della tecnologia ATM, anche altre organizzazioni, i FORA, non appartenenti al mondo tradizionale delle Telecomunicazioni, ma a quello dell'Information Technology, hanno contribuito alle attività di normativa tendendo ad accelerare lo sviluppo e la disponibilità di prodotti per ATM commutato.

connessione di reti appartenenti a gestori differenti. Esse sono basate sui protocolli di segnalazione definiti dall'ITU-T per l'interfaccia NNI;

- le specifiche *P-NNI* (*Private Network Node Interface*) definiscono le caratteristiche di interconnessione tra nodi appartenenti ad una stessa rete privata o a reti private distinte [14]; in questo caso, oltre ai protocolli di segnalazione, sono definite anche le procedure di instradamento all'interno della rete privata.

Analogamente allo sviluppo dei protocolli definiti in ITU, strutturati in insiemi di funzionalità progressivamente più complesse, l'attività di definizione della segnalazione d'accesso condotta in ATM Forum ha portato alla redazione di diverse versioni delle specifiche. Non esiste tuttavia una precisa corrispondenza tra le singole versioni delle specifiche prodotte in ATM Forum e le raccomandazioni definite in ITU-T per i diversi Capability Set.

In particolare la versione UNI 3.1 [15], rispetto a quanto indicato in precedenza per il CS1 (paragrafo 5.1), oltre a consentire il controllo della chiamata base, include le procedure per instaurare connessioni in configurazione punto-multipunto e permette di assegnare la banda sulla base delle caratteristiche del traffico, e, in particolare sulla base della banda di picco e di altri parametri (allocazione statistica). Il controllo della chiamata base presenta un elevato grado di compatibilità con l'analogo protocollo definito in ITU-T, fatta eccezione per l'assenza, almeno in questa versione, delle procedure per l'interlavoro con la segnalazione N-ISDN.

Queste ultime procedure sono state introdotte dall'ATM Forum nella successiva versione UNI 4.0 [16] dei protocolli di accesso, insieme ad ulteriori funzionalità: tra queste risultano essere di un certo rilievo la capacità di consentire dinamicamente l'inserimento di nuovi utenti, come ricevitori, nel contesto di chiamate *punto-multipunto*

preesistenti (*leaf initiated join*), di delegare le funzionalità di segnalazione ad appositi *sistemi introdotti in rete* (*proxy signalling*) e di aggiungere flessibilità alle capacità di indirizzamento in modo da poter stabilire connessioni punto-multipunto per mezzo di un unico *indirizzo di gruppo* (*group addressing*).

Relativamente al protocollo B-ICI, per l'interconnessione tra reti, l'approntamento della specifica B-ICI 2.0 [17] è stata basata sul protocollo B-ISUP prodotto in ambito ITU-T, prima descritto: essa mette a disposizione nel punto di interconnessione tra diversi gestori le funzionalità di segnalazione necessarie a permettere quella d'accesso (con particolare riferimento alla versione UNI 3.1).

5.4 La segnalazione PNNI

L'ATM Forum ha definito le specifiche *PNNI* (*Private Network Node Interface*) principalmente per consentire l'impiego nel contesto di reti private a larga banda, sebbene l'uso di queste specifiche sia da considerare possibile anche nell'ambito di reti pubbliche. Esse si discostano per molti aspetti dagli altri sistemi di segnalazione e costituiscono un significativo passo verso l'approccio seguito dalla Information Techno-

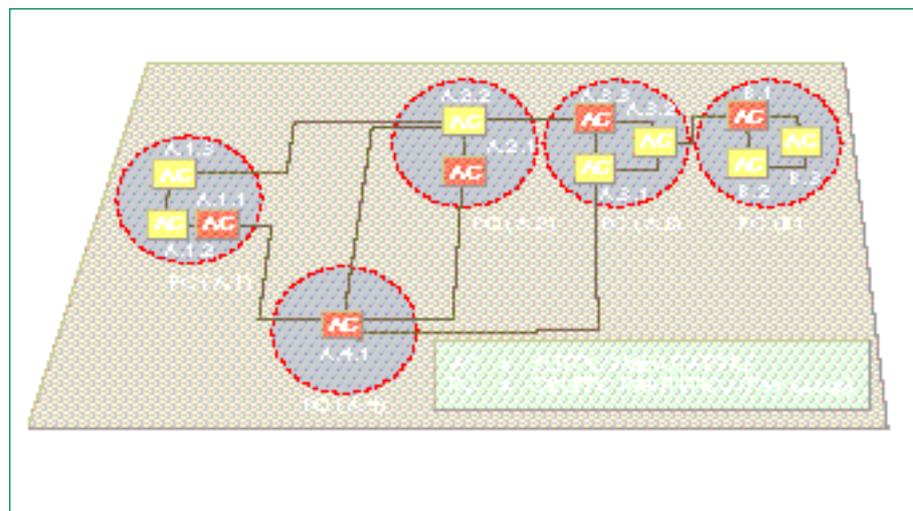


Figura 8 Configurazione di una rete PNNI in Gruppi Paritetici.

logy (ad esempio per l'indirizzamento e l'instradamento), che in parte importano e adattano al contesto delle reti di telecomunicazioni.

Caratteristiche così diverse giustificano quindi una trattazione in questo articolo più approfondita.

Le specifiche PNNI comprendono, oltre ad un protocollo di segnalazione, anche un protocollo di instradamento, utilizzato dai nodi di rete privata per scambiare informazioni relative alla topologia della rete, ai tipi di connessioni esistenti, e ai sistemi di utente raggiungibili. Questa caratteristica risulta essere di particolare rilievo in quanto permette alle reti di adattarsi dinamicamente a eventuali cambiamenti nella configurazione (ad esempio, dovuti all'aggiunta di nodi) e di utilizzare nuovi piani di numerazione, non necessariamente associati ad un'attribuzione di tipo geografico (numerazione AESA - ATM End System Address).

Le specifiche PNNI realizzano una gerarchia degli instradamenti tramite un processo ricorsivo di aggregazione delle informazioni topologiche relative alla rete. Questo procedimento consente di realizzare livelli di astrazione sempre più spinti fino a permettere una visione estremamente concisa della rete, diffondibile tra i singoli nodi che la costituiscono. Si tratta di un meccanismo di tipo "piramidale" in cui gli elementi della rete sono raggruppati in insiemi e rappresentati a livello superiore come singolo elemento: un insieme di livello 2 ha perciò come elementi gli insiemi di livello 1, e a sua volta costituisce un singolo elemento di un insieme di livello 3. All'aumentare del livello la visione della rete è sempre più estesa, ma allo stesso tempo sempre meno particolareggiata.

A livello più basso, gli elementi da astrarre coincidono con i sistemi fisici presenti in rete. Essi, come è mostrato in figura 8, sono costituiti in *Gruppi Paritetici*, *PG (Peer Groups)*, nel cui ambito è eletto un leader, indicato in arancione in figura, e affidata la gestione delle informazioni topologiche.

A livello superiore, ogni Gruppo Paritetico è rappresentato per mezzo di un solo *nodo logico (Logical Group Node)*, soggetto a sua volta ad una fase di astrazione successiva. Nel complesso, la gerarchia degli instradamenti ottenuta è rappresentabile nel modo indicato nella figura 9 nella quale, ad esempio, il Gruppo Paritetico PG(A.1) è rappresentato a livello superiore per mezzo del nodo logico A.1.

Il processo di astrazione non riguarda solo le informazioni topologiche relative ai singoli elementi che co-

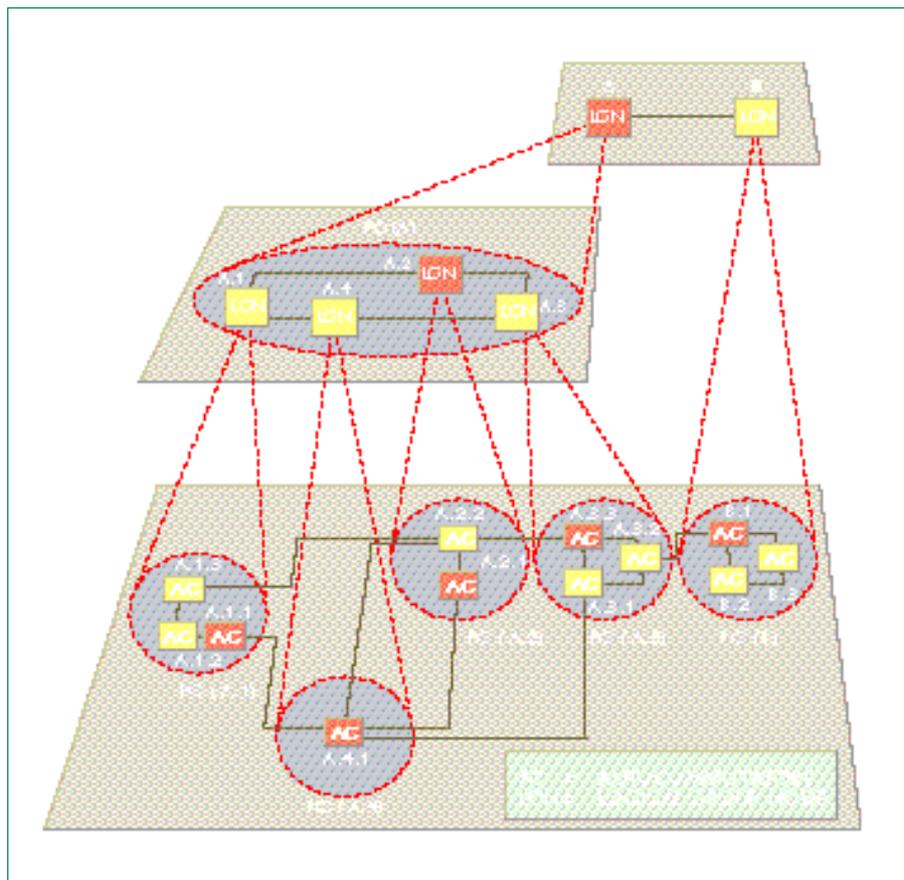


Figura 9

La gerarchia degli instradamenti nell'interconnessione tra nodi appartenenti ad una o a più reti private distinte.

stituiscono la rete, ma anche quelle di raggiungibilità dei sistemi di utente. Queste informazioni subiscono ad ogni livello un processo di aggregazione che comporta una rappresentazione sempre più concisa, con un numero minore di particolari. Relativamente agli indirizzi dei sistemi raggiungibili, il processo di aggregazione delle informazioni si traduce nella ricerca dei prefissi comuni agli indirizzi e nella diffusione al livello superiore dei soli prefissi (ove ciò non introduca ambiguità).

Ogni nodo di rete riceve le singole informazioni topologiche inviate dai nodi del Gruppo Paritetico di appartenenza, così come le informazioni aggregate ai livelli superiori, e trasmesse verso i livelli bassi della gerarchia. Nel complesso, ogni nodo si costruisce una propria visione della rete sulla base delle informazioni ricevute, tanto meno particolareggiate quanto più remoti sono rispetto ad esso i nodi a cui esse si riferiscono. In questo modo ogni nodo può definire per le chiamate instaurate l'instradamento desiderato, indicando i nodi di rete che si desidera siano interessati dall'*instradamento della chiamata (Source Routing)*.

6. Segnalazione per "IP over ATM"

Particolare importanza riveste la segnalazione di rete a larga banda ai fini dell'accesso, su piattaforme di rete ATM, alle applicazioni di *internetworking* tipiche dell'ambiente Internet. Gli attuali sviluppi del

DISPONIBILITÀ DELLA SEGNALAZIONE NEI COMMUTATORI ATM COMMERCIALI

- Nei diversi ambienti internazionali di normativa è stato definito un insieme di opzioni e funzionalità di segnalazione. Queste prestazioni non dovranno però essere tutte presenti fin dalle prime realizzazioni di reti e apparati di commutazione ATM, ma potranno essere introdotte gradualmente con la maturazione della tecnologia e del mercato.
- Gli apparati di commutazione che iniziano ad essere disponibili commercialmente realizzano un insieme limitato di funzionalità di segnalazione rispetto alle prestazioni definite nelle diverse specifiche. Almeno in una prima fase, secondo un approccio market-oriented, è infatti opportuno selezionare le prestazioni di cui il mercato manifesta un più urgente bisogno per beneficiare di un miglioramento dei servizi di rete nella transizione da ATM permutato ad ATM commutato.

mercato IP (*Internet Protocol*) lasciano infatti intravedere importanti prospettive per la realizzazione di queste applicazioni sulle nuove infrastrutture di rete ATM, con capacità di trasferimento tipicamente molto superiori a quelle oggi disponibili e in grado di offrire servizi multimediali caratterizzati da elevati requisiti di qualità. Il supporto dei protocolli di interlavoro (*internetworking*) costituisce quindi un'opportunità per estendere alle reti ATM le applicazioni che hanno già trovato un elevato consenso dal mercato e di arricchirle con nuove funzionalità grazie alle caratteristiche evolute che la nuova tecnologia rende disponibili. L'utilizzo della tecnica ATM per le applicazioni di *internetworking* non è tuttavia immediato data la differenza di questa tecnica di trasporto rispetto a quelle tipiche delle reti locali LAN (*Local Area Network*) nelle quali sono state originariamente sviluppate le applicazioni IP. È importante osservare ad esempio che la tecnica ATM è *orientata alla connessione* (*connection-oriented*), e che l'assenza di un mezzo fisico condiviso richiede funzionalità specifiche per la *diffusione delle informazioni* (*broadcasting*). Per il supporto di "IP su ATM" è perciò necessario definire appositi modelli architetturali e, eventualmente, lo sviluppo di nuovi sistemi di rete che ereditino dalle tecnologie IP e ATM i rispettivi punti di forza.

Una trattazione completa dell'argomento esula dagli scopi del presente articolo. Sembra tuttavia opportuno segnalare come l'uso della segnalazione risulti anche in questo caso essenziale per poter instaurare le connessioni dinamicamente in modo da poter impegnare le risorse di rete nella misura effettivamente richiesta e in accordo con le necessità specifiche derivanti dalle relazioni di traffico. Questo meccanismo è ad esempio adottato da uno dei modelli oggi maggiormente accreditati: il modello MPOA (*Multi Protocol Over ATM*) definito in ATM Forum [18]. Questo modello offre una soluzione per l'instradamento del traffico di *internetworking* (non solamente di tipo IP) su reti commutate ATM, dove, per mezzo della segnalazione a larga banda, sono instaurate connessioni end-to-end attraverso la rete ogni qual volta la quantità di informazioni da trasferire tra due sistemi ne giustifichi la presenza.

L'uso di connessioni commutate ATM consente di ridurre i tempi di attraversamento della rete e le risorse di elaborazione richieste e, d'altra parte, di disporre

di un meccanismo (allocazione di banda) che garantisce una maggiore qualità del servizio.

7. Le SASCN per la segnalazione a larga banda

L'attività di stesura delle specifiche nazionali (SASCN) per apparati ATM è stata avviata nel 1995 e ha portato alla produzione dei primi rilasci riguardanti la definizione dei protocolli, delle funzionalità per la fornitura delle prestazioni di rete, della configurabilità e dell'esercizio e manutenzione. In particolare, nell'ottica dell'evoluzione delle reti ATM da permutate a commutate è stato anche inserito il primo insieme di specifiche per il sistema di segnalazione B-ISDN basato sulle Raccomandazioni e sugli Standard internazionali esistenti.

Tra i criteri che hanno portato alla selezione delle funzionalità di segnalazione, sono stati individuati come obiettivi prioritari la riduzione dei tempi di sviluppo dei sistemi e il reimpiego, per quanto possibile, delle realizzazioni esistenti oltre, naturalmente, alla fornitura di un insieme significativo di funzioni di controllo: in particolare queste funzioni dovevano tenere conto sia dei requisiti dei servizi multimediali sia della necessità di permettere di svolgere in prospettiva i servizi esistenti e di intrconnettersi con le reti già in esercizio.

Coerentemente con questi principi, le specifiche redatte nel corso del biennio 1995-96 comprendono anche prestazioni che non necessariamente devono essere richieste ai costruttori nell'immediato, ma che costituiscono una "libreria" dalla quale poter facilmente prelevare le caratteristiche delle funzionalità che si intende introdurre in rete. Oltre alle capacità del CS1, sono state tenute in considerazione anche funzionalità del CS2 tra le quali quelle relative alla caratterizzazione del traffico su base statistica, la possibilità di realizzare connessioni in configurazione punto-multipunto, la negoziazione e la modifica della larghezza di banda della connessione.

Per quanto concerne l'allineamento con la normativa esistente, nella redazione delle specifiche è stata data priorità al riferimento agli standard ETSI, laddove disponibili, e, in mancanza di queste norme, alle Raccomandazioni prodotte in ambito ITU-T, anche se la differenza tra standard europei e raccomandazioni è più formale che sostanziale in quanto l'ETSI ha rece-

SPECIFICHE NAZIONALI PER LA SEGNALAZIONE ATM

Telecom Italia e CSELT hanno costituito una "libreria" di specifiche di segnalazione per apparati ATM dalla quale poter facilmente prelevare quelle relative alle funzionalità che si intendono introdurre in rete in un determinato momento in relazione alle esigenze del mercato.

pito le raccomandazioni ITU-T. Pur nel rispetto della compatibilità con queste normative, nell'attività di stesura delle specifiche nazionali sono state comunque esaminate le problematiche di interoperabilità tra apparati basati su specifiche di tipo diverso con particolare riferimento a quelle prodotte dall'ATM Forum, selezionando, tutte le volte che la normativa di riferimento consentiva, un'opzione che fosse compatibile anche con la specifica ATM Forum.

8. Disponibilità della prestazione di segnalazione su prodotti commerciali

Nell'analisi della disponibilità della prestazione di segnalazione su prodotti commerciali occorre fare una distinzione tra due tipologie di apparati: gli *edge switch* ed i *core switch* (*apparati di trasporto*).

Gli "edge switch", nati prevalentemente in Nord America e destinati inizialmente al solo ambito locale e successivamente anche alla rete di accesso, hanno costituito in pratica le prime realizzazioni di nodo ATM. Questi apparati sono generalmente di piccole dimensioni e sono in grado di trattare interfacce per servizi non ATM, consentendo perciò ad esempio l'interconnessione di LAN e il trattamento di servizi IP. Questi apparati, realizzati prima degli altri e orientati ad un mercato deregolamentato, sono stati i primi nodi con funzionalità di segnalazione. Le prime soluzioni erano essenzialmente di tipo proprietario, mentre in questi ultimi tempi hanno cominciato ad essere disponibili prime versioni di segnalazione UNI allineate con le specifiche ATM Forum. A partire dalla fine del 1996 molti di questi apparati hanno disposto della segnalazione UNI 3.1 dell'ATM Forum e, nel corso del 1997, sono previste le prime realizzazioni dei sistemi di segnalazione PNNI e B-ICI.

Gli autocommutatori "core switch", destinati alla rete di *trasporto* (*backbone*), possono invece raggiungere dimensioni superiori e non trattano le interfacce di servizio. Questi apparati sono forniti generalmente da costruttori tradizionali di sistemi di telecomunicazione e risultano essere più orientati degli "edge switch" all'allineamento verso le Raccomandazioni ITU-T; recentemente è stato tuttavia registrato un sempre maggiore interesse verso le specifiche dell'ATM Forum. Anche in questo caso, così come per gli "edge switch", è data la precedenza all'introduzione della segnalazione UNI limitatamente al CS1: le prime realizzazioni sono state rese disponibili nel corso del 1996. Per quanto riguarda la segnalazione di rete a canale comune (SS N° 7) le prime realizzazioni sono attese nel corso del 1997. Al momento non sono state invece ancora pianificate le evoluzioni verso la realizzazione di funzionalità avanzate quali quelle previste nel CS2.

9. Conclusioni

L'esigenza di offrire in modo efficiente servizi anche complessi sulla piattaforma a larga banda richiede di introdurre un sistema di segnalazione particolarmente evoluto nella rete ATM. L'attività di normativa condotta a livello internazionale ha portato a standardizzare un insieme consolidato di specifiche di segnalazione la cui disponibilità consente oggi ai costruttori di apparati di commutazione di introdurre sul mercato i primi prodotti in grado di gestire in modo flessibile e dinamico le risorse di rete e di creare i presupposti per l'offerta a breve di servizi commutati.

Abbreviazioni

AC	Autocommutatore
ACM	Address Complete Message
AESA	ATM End System Address
ANM	Answer Message
ASE	Application Service Element
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B-ICI	Broadband Inter Carrier Interface
B-ISDN	Broadband - Integrated Services Digital Network
B-ISUP	Broadband-ISDN User Part
CS	Capability Set
DSS2	Digital Subscriber Signalling system number 2
ECMA	European Computer Manufacturers Association
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
IAA	IAM Acknowledge Message
IAM	Initial Address Message
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standardisation Organisation
ISUP	ISDN User Part
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization
LA	Look-Ahead
LAN	Local Area Network
LEC	LAN Emulation Client
MPC	MPOA Client
MPOA	Multi Protocol Over ATM
MPS	MPOA Server
MTP	Message Transfer Part
MTP-2	MTP Level 2
MTP-3	MTP Level 3 for N-ISDN

MTP-3b	MTP Level 3 for B-ISDN
NHRP	Next Hop Resolution Protocol
NHS	Next Hop Server
N-ISDN	Narrowband - Integrated Services Digital Network
NNI	Network Node Interface
NSAP	Network Service Access Point
OSI	Open Systems Interconnection
PNNI	Private Network Node Interface
QoS	Quality of Service
RI	Rete Intelligente
SAAL	Signalling ATM Adaptation Layer
SCCP	Signalling Connection Control Part
SG	Study Group
SS N° 7	Sistema di Segnalazione a canale comune numero 7
TCAP	Transaction Capabilities Application Part
TMN	Telecommunication Management Network
UNI	User Network Interface
VC	Virtual Channel
VCI	Virtual Channel Identifier
VP	Virtual Path
VPI	Virtual Path Identifier



Andrea Lazzaroli ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". È entrato nel 1992 in SIP (oggi Telecom Italia) nella linea di Ricerca e Sviluppo occupandosi dei servizi di networking rivolti all'utenza affari, ed in particolare delle Reti Private Virtuali. Oggi opera nel settore Architetture di Rete, della Divisione Rete, ove si occupa prevalentemente degli aspetti di segnalazione relativi alle architetture di rete a larga banda in

tecnica ATM, pubbliche e private, e dei modelli di integrazione delle stesse con le piattaforme di internetworking per l'offerta di servizi multimediali. Partecipa, per il campo di interesse, alle attività dei principali enti internazionali di normativa e specifica (ETSI, ITU-T, ATM Forum).



Alberto Paglialunga Paradisi si è laureato in Scienze dell'Informazione nel 1989 presso l'Università di Torino e ha iniziato a lavorare dallo stesso anno in CSELT occupandosi dapprima di servizi di Rete Intelligente per poi passare ad occuparsi di aspetti legati al controllo della rete ISDN (Integrated Service Digital Network) con particolare enfasi verso gli aspetti riguardanti il sistema di segnalazione a canale comune numero 7. Dal 1990 ha incominciato ad occuparsi degli aspetti di controllo delle reti ad

alta velocità e in particolar modo della definizione del sistema di segnalazione per reti basate su tecnica ATM. Questa attività l'ha portato anche a rivestire incarichi di responsabilità nell'ambito sia di gruppi internazionali di normativa (ITU-T, ETSI ed ATM Forum) che di progetti cooperativi di ricerca (EURESCOM, RACE ed ACTS). È oggi responsabile dell'Unità di Ricerca "Segnalazione", nell'ambito della Direzione "Commutazione e Servizi di Rete".

Bibliografia

- [1] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM-Aspetti generali*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 1, maggio 1996, pp. 11-25.
- [2] Garetti, E.; Pietroiusti, R.: *ATM-Aspetti di rete*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 1, maggio 1996, pp. 26-36.
- [3] Garetti, E.; Pietroiusti, R.; Renon, F.: *ATM: modelli dei protocolli e funzioni di rete*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 29-44.
- [4] Paglialunga, A., et alii: *Segnalazione per reti ATM*. Collana libri CSELT «La tecnica ATM e le sue applicazioni», Dicembre 1996.
- [5] Paglialunga, A.; Siviero, M.: *Signalling Protocol Evolution: from N-ISDN to target B-ISDN*. Globe-com, Orlando, dicembre 1992.
- [6] Fioretto, G.: *La standardizzazione nelle telecomunicazioni*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 1, maggio 1996, pp. 63-74.
- [7] TD JCG on B-ISDN-11, Annex 1. ITU-T SG11, Ginevra, 1993.
- [8] B-ISDN User Part (B-ISUP). ITU-T SG11, Rec. Q.2761, Q.2762, Q.2763, Q.2764, Ginevra, 1994.
- [9] Transaction Capabilities Application Part (TCAP). ITU-T SG11, Rec. Q.771, Q.772, Q.773, Q.774, Q.775, Ginevra, 1993.
- [10] Signalling Connection Control Part (SCCP). ITU-T SG11, Rec. Q.711, Q.712, Q.714, Q.714, Ginevra, 1996.
- [11] B-ISDN - DSS 2: UNI Layer 3 Specification for Basic Call/Connection Control. ITU-T SG11, Rec. Q.2931, Ginevra, 1994.
- [12] Message Transfer Part - Layer 3 (MTP-3) procedures to support SAAL - Signalling Network Functions. ITU-T SG11, Rec. Q.2210, Ginevra, 1996.
- [13] B-ISDN Signalling ATM Adaptation Layer (SAAL). ITU-T SG11, Rec. Q.2100, Q.2110, Q.2130, Q.2140, Ginevra, 1993.
- [14] P-NNI Specification, ver. 1.0. ATM Forum, 1996.
- [15] ATM User-Network Interface, version 3.1 (UNI 3.1) Specification. ATM Forum, 1994.
- [16] ATM User-Network Interface, version 4.0 (UNI 4.0) Specification. ATM Forum, 1996.
- [17] B-ICI Specification 2.0. ATM Forum, 1996.
- [18] Specifiche MPOA v.1.0. ATM Forum, 1996.



Maurizio Siviero si è laureato in Ingegneria Elettronica nel 1991 presso il Politecnico di Torino e ha iniziato a lavorare dallo stesso anno in CSELT occupandosi fin dall'inizio degli aspetti di controllo delle reti ad alta velocità basate su tecnica ATM. Oggi si occupa, presso l'Unità di Ricerca "Segnalazione" nell'ambito della Direzione "Commutazione e Servizi di Rete", dello sviluppo e della specifica dei sistemi di segnalazione. In questo contesto svolge un'intensa attività internazionale anche

con incarichi di responsabilità nell'ambito di enti di normativa e specifica (ITU-T, ETSI ed ATM Forum) e di progetti cooperativi europei (EURESCOM ed ACTS).

I sistemi satellitari e il ruolo di Telecom Italia

ENZO VITALI

In un momento di grande evoluzione e cambiamento nel settore delle telecomunicazioni, i sistemi satellitari continuano a rivestire un importante ruolo strategico nella conquista di nuove quote di mercato sia in applicazioni tradizionali sia nei nuovi servizi. Questo interesse è conseguenza delle loro peculiari caratteristiche quali le vaste aree di servizio su cui operano, la flessibilità di impiego e la rapidità che essi consentono per la messa in esercizio di reti di telecomunicazioni.

L'articolo presenta il panorama delle telecomunicazioni via satellite in ambito internazionale con particolare riferimento alle attività svolte dai Consorzi intergovernativi nei quali Telecom Italia ha il ruolo di investitore e di utilizzatore per designazione governativa. Dopo una descrizione delle principali caratteristiche strutturali, tecniche e del mercato dei servizi offerti dai Consorzi, sono indicate le tendenze evolutive in corso e altre iniziative satellitari private allo studio o in fase di realizzazione in sede internazionale che hanno un impatto sulle potenzialità di applicazione nel nostro Paese.

Sono poi presentate le attività svolte a livello nazionale da Telecom Italia nelle applicazioni via satellite con riferimento ai servizi offerti, al traffico svolto e agli impianti di stazioni di terra esistenti.

Questo articolo conferma quindi il ruolo di rilievo che il Gruppo STET ha acquisito a livello mondiale nello sviluppo e nell'utilizzo delle tecnologie satellitari, e che ha permesso di portare nel nostro Paese a un consolidamento delle applicazioni via satellite di base orientate alla rete e ad un posizionamento di primo piano nello sfruttamento e nello sviluppo di nuove applicazioni.

1. Introduzione

A partire dagli anni Sessanta e per tutti gli anni Settanta il mezzo satellite rappresentò una innovazione tecnologica molto avanzata che si impose rapidamente e con estremo successo nello scenario delle telecomunicazioni internazionali, affiancandosi come mezzo complementare ai sistemi terrestri e a quelli sottomarini.

Questo interesse fu reso possibile anche grazie all'incoraggiamento e al supporto dei Governi che compresero la forte valenza politica e sociale del nuovo mezzo trasmissivo e facilitarono la creazione dei Consorzi consentendo ai Soci di far fronte in misura adeguata ai consistenti investimenti e ai rischi di impresa necessari per lo sviluppo di tecnologie e sistemi fortemente innovativi.

Il primo dei Consorzi satellitari fu l'INTELSAT creato nel 1964, che con il suo indiscusso successo aprì la strada alla creazione degli altri due Consorzi, l'EUTELSAT nel 1977 e l'INMARSAT nel 1979.

I satelliti per telecomunicazioni geostazionari in orbita nel mondo sono oggi circa duecentoventi e

operano nelle bande del servizio fisso (circa centonovanta satelliti) e in quelle dei servizi mobili (circa trenta); trentanove di questi sono appartenenti ai Consorzi INTELSAT, EUTELSAT ed INMARSAT. Le cifre complessive suddette sono comunque da considerarsi una stima di massima viste le difficoltà ad effettuare un censimento accurato.

Molti sono i satelliti messi in orbita nell'ambito di programmi spaziali nazionali: si possono citare al riguardo i programmi ITALSAT dell'Italia, Telecom della Francia, Kopernicus della Germania. Sono inoltre in esercizio satelliti sviluppati in ambito regionale, ad esempio Arabsat, Palapa, Nahuel.

Numerosi sono infine i sistemi via satellite nati per iniziativa di Consorzi e di imprese private, già operativi come Astra, Panamsat, Orion o in fase di approntamento: Iridium, Globalstar, ICO.

Il presente articolo segue quelli già apparsi sul Notiziario Tecnico Telecom Italia, che illustravano ruolo e attività di Telecom Italia nell'ambito del programma nazionale ITALSAT [1], [2], [3]. In questo lavoro sono presentati i sistemi e le applicazioni con

IL SATELLITE

- Il satellite occupa un mercato di nicchia per servizi di telecomunicazione di base ormai consolidato, con nuove grandi opportunità: comunicazioni con mezzi mobili e personali, trasporto multimediale, reti avanzate per utenze affari, distribuzione e contribuzione per la trasmissione di segnali televisivi e di dati.
- I Consorzi Satellitari Intergovernativi hanno rappresentato lo strumento principale per l'affermazione di queste tecnologie fornendo un contributo essenziale alla realizzazione del "villaggio globale".

satelliti di maggior rilievo in ambito internazionale, con particolare riferimento ai Consorzi Intergovernativi ai quali partecipa il nostro Paese, e successivamente è indicato il ruolo di Telecom Italia al riguardo.

2. Sistemi e applicazioni satellitari in Italia

2.1 Telecom Italia

Sin dagli anni Sessanta il Gruppo STET, intuendo le potenzialità del nuovo mezzo trasmissivo, si collocò all'avanguardia nel settore, tramite la Telespazio, giocando un ruolo attivo nella gestione e nell'utilizzazione commerciale dei nuovi sistemi satellitari.

Con il riassetto del 1994 del settore delle Telecomunicazioni, Telecom Italia ha assunto direttamente i diritti e i doveri, in precedenza assegnati alla Telespazio, relativi alla Concessione del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni sulle attività riguardanti l'impianto e l'esercizio dei sistemi per collegamenti di Telecomunicazioni via satellite. In questo contesto Telecom Italia ha assunto anche la responsabilità diretta per l'Italia nei tre Consorzi intergovernativi satellitari INTELSAT, INMARSAT ed EUTELSAT in sostituzione della Telespazio, sancita con la firma nel mese di marzo 1995 dei tre Accordi Operativi presso le sedi dei Depositari di ciascuno di essi: il Dipartimento di Stato USA a Washington DC per l'INTELSAT; il Ministero degli Affari Esteri Francese a Parigi per l'EUTELSAT, e la IMO (*International Maritime Organisation*) a Londra per l'INMARSAT.

Telecom Italia partecipa quindi con un proprio rappresentante in ciascuno dei tre Consigli di Amministrazione e, tramite esperti nelle varie discipline, ai diversi Comitati tecnici, finanziari, operativi e di pianificazione, che rispondono direttamente ai rispettivi Consigli.

Questo nuovo ruolo ha comportato per Telecom

Italia anche l'assunzione della responsabilità dei rapporti formali con le Autorità Governative nazionali competenti e cioè il Ministero degli Affari Esteri e il Ministero delle Poste e Telecomunicazioni.

Come Concessionario dei servizi via satellite e Firmatario degli accordi INTELSAT, EUTELSAT e INMARSAT, Telecom Italia acquisisce presso i tre Consorzi internazionali, ed eventualmente presso altri Consorzi privati, la capacità spaziale necessa-



Il riflettore dell'antenna multifascio di ITALSAT - F2 con l'elemento del sistema di apertura.

ria per effettuare i collegamenti di telecomunicazione via satellite a livello nazionale e internazionale; paga i canoni di uso dei satelliti; partecipa agli investimenti necessari per l'acquisizione e la gestione dei segmenti spaziali da parte dei Consorzi in relazione alla quota di partecipazione detenuta in ciascuno di essi e riceve gli utili derivanti dai risultati di gestione.

Telecom Italia è inoltre proprietaria delle stazioni di terra per usi di telecomunicazione pubblici ed è responsabile, per i servizi di propria competenza, dell'interfaccia verso l'utente e della pianificazione, sia del traffico instradato via satellite, sia degli impianti di terra necessari; Telecom Italia, infine, come è stato già chiarito in [3], è proprietaria e gestisce la rete nazionale ITALSAT via satellite.

2.2 Nuova Telespazio

A partire dal gennaio 1995 è stata creata per scorporo da Telecom Italia la Società Nuova Telespazio con il compito di presidiare le attività relative ai sistemi satellitari gestite in regime deregolamentato.

Queste attività riguardano tra l'altro: a) osservazioni del territorio nazionale dal satellite per la fornitura di soluzioni per il telerilevamento, il monitoraggio dell'ambiente e la gestione del territorio; b) fornitura di reti e servizi per applicazioni mobili (localizzazione e sorveglianza) e televisive; c) sistemi e servizi spaziali per la realizzazione e la gestione di sistemi di supporto a missioni spaziali; d) studi e sperimentazioni di nuovi sistemi e tecniche nell'ambito di programmi di Ricerca e Sviluppo; e) servizi di "engineering" e di assistenza tecnica.

Dal 1995, quindi, Telecom Italia e Nuova Telespazio operano congiuntamente in accordo con i mandati ad esse assegnati e sfruttando le esperienze e le conoscenze tecniche acquisite nei settori di propria competenza.

3. I Consorzi Satellitari internazionali

3.1 Caratteristiche generali comuni

Ciascuno dei tre Consorzi è regolato da due trattati di diritto internazionale (gli "Accordi") recepiti dalle varie legislazioni nazionali dei Paesi Membri.

La *Convenzione*, sottoscritta dai Governi (le "Parti"), definisce il ruolo che ciascuno di essi svolge nei Consorzi, che consiste nel fornire l'indirizzo politico e di regolamentazione e le strategie generali di sviluppo a medio e a lungo termine.

L'*Accordo Operativo* è sottoscritto dall'Ente Nazionale di Telecomunicazioni designato dalla Parte, il "Firmatario", che presiede ai compiti di finanziamento, di gestione e di sviluppo del Consorzio. L'Accordo Operativo stabilisce compiti e diritti dei Firmatari che, tramite questo strumento, assumono il doppio ruolo di finanziatori del sistema e di utilizzatori della capacità spaziale.

La struttura dei Consorzi si compone dei seguenti Organi:

- un' *Assemblea delle Parti* con i compiti fissati dalla Convenzione e riservata ai rappresentanti dei Governi, che si riunisce con frequenza annuale o biennale;
- un *Consiglio dei Firmatari*, che si riunisce in genere tre o quattro volte per anno, con compiti decisionali in materia economico-finanziaria, tecnico-

operativa, commerciale, di pianificazione e di sviluppo;

- un *Organo Esecutivo* permanente che, sotto la guida di un Direttore Generale, è responsabile della gestione del Consorzio, in linea con le direttive e le decisioni della Assemblea e del Consiglio.

I principali dati sui tre Consorzi Satellitari e sulla partecipazione Telecom Italia sono riportati nella tabella 1.

3.2 L'INTELSAT

3.2.1 Generalità

L'*INTELSAT (International Telecommunications Satellite Organisation)* fu costituita con statuto interinale da alcuni Paesi, tra cui l'Italia, nel 1964 come Consorzio Internazionale sotto il controllo dei diversi Governi; successivamente, nel 1973, con la entrata in vigore della Convenzione e dell'Accordo Operativo, l'INTELSAT ha acquisito lo stato attuale con una propria personalità giuridica.

L'INTELSAT è il maggiore fornitore mondiale di comunicazioni via satellite ed è stato il primo a realiz-

	INTELSAT	INMARSAT	EUTELSAT
N° Paesi membri	139	79	45
Anno di costituzione	1964	1979	1977
Personale impiegato	645	590	240
N° satelliti in orbita	23	7	9
N° satelliti in approntamento	7	3	7
Posizione di Telecom Italia come investitore	terzo	decimo	terzo
Principali utilizzazioni da parte italiana	Telefonia di base, TV, reti private	Servizi mobili marittimi, aeronautici e terrestri	TV, reti private, telefonia di base, servizi mobili terrestri
N° stazioni di terra di Telecom Italia	13 (*)	2	4
(*) di queste undici operative, una di scorta per il sistema via satellite e una come scorta attiva durante il ripristino di cavi sottomarini			

Tabella 1 Principali dati sui Consorzi Satellitari e sulla partecipazione di Telecom Italia.

zare copertura e connettività globali. Il Consorzio persegue l'obiettivo di pianificare, acquisire e gestire in orbita una flotta di satelliti (oggi sono ventitré con altri sette in fase di costruzione), la cui capacità trasmissiva è messa a disposizione dei Firmatari e di altri utenti autorizzati in circa centosettanta Paesi; questa capacità permette ai diversi gestori di fornire servizi di telecomunicazioni su scala globale, regionale e nazionale - quali la telefonia, la trasmissione di dati, le reti per servizi affari, i servizi televisivi - attraverso proprie stazioni di terra, il cui numero complessivo è

- **Gruppo STET:** dall'avvio dell'impiego dei sistemi satellitari per le telecomunicazioni ha garantito una presenza e un ruolo di prestigio nel settore a livello globale, in particolare con Telespazio.
- **Telecom Italia:** è il terzo azionista in INTELSAT e EUTELSAT, una presenza qualificata e di prestigio: diciannove stazioni di terra di telecomunicazioni nei tre siti di Fucino, Lario e Scanzano della Nuova Telespazio, quasi cinquemila circuiti internazionali per servizi di base, servizi mobili aeronautici, marittimi e terrestri, tremilacinquecento stazioni VSAT per clienti affari, reti per teleconferenze e per trasmissioni diffusive di fonia e di dati. Questa attività è svolta congiuntamente alla Nuova Telespazio che ha la responsabilità tecnica ed operativa.

superiore a 4500. A fine 1995 erano operativi sul segmento spaziale circa 675 ripetitori.

Le attività svolte in Italia tramite l'impiego dei satelliti INTELSAT variano dalla telefonia di base pubblica, alle reti per l'utenza affari e ad applicazioni televisive (videoconferenze, contribuzione e distribuzione di programmi televisivi).

3.2.2 I Servizi

I servizi internazionali di rete pubblica commutata (missione di base) forniscono collegamenti per un traffico stimato pari a diversi miliardi di chiamate telefoniche effettuate ciascun anno. La tecnologia numerica è divenuta la modalità preferita per convogliare gran parte di questo traffico sia per qualità offerta sia per la riduzione dei costi con essa ottenibili. Le principali tecniche di accesso e modulazione del tipo numerico sono il TDMA (*Time Division Multiple Access*) e l'IDR (*Intermediate Data Rate*) che stanno gradualmente sostituendo le originali tecniche analogiche del tipo FM/FDMA (*Frequency Modulation/Frequency Division Multiple Access*). L'ottanta per cento circa del traffico telefonico internazionale sul sistema di INTELSAT è oggi numerico. L'INTELSAT ha l'obiettivo di rendere questo traffico totalmente numerico entro il Duemila.

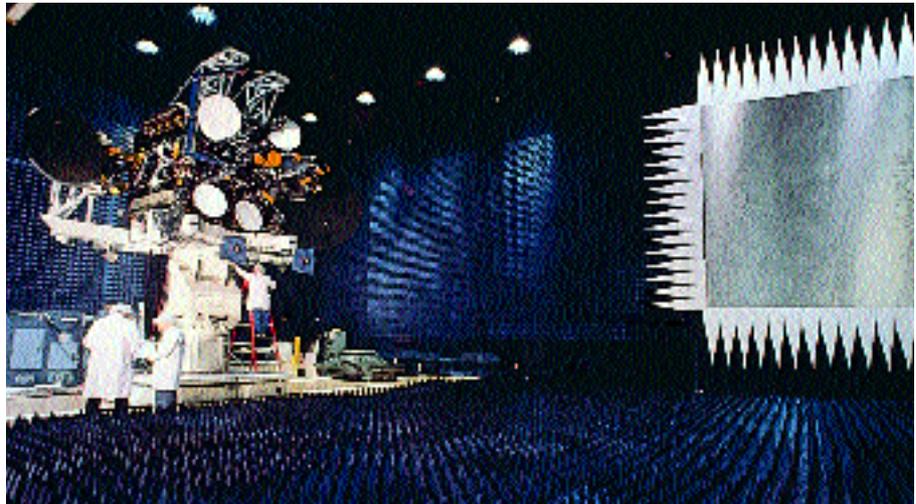
Nel corso del 1996 è stato introdotto un nuovo servizio di rete pubblica commutata del tipo ad accesso multiplo ad assegnazione di capacità su domanda chiamato DAMA (*Demand Assignment Multiple Access*). Il DAMA permette di offrire un servizio più flessibile a costi più contenuti ed è particolarmente adatto per i Paesi emergenti con scarso traffico telefonico. Sono state pure studiate politiche di incentivazione all'uso delle tecniche TDMA, tramite nuovi terminali semplificati a basso costo.

Sono ora in forte crescita l'interesse e l'impiego del sistema da parte di Paesi in via di sviluppo africani, asiatici e sudamericani; una tendenza opposta, limitatamente alla telefonia di base, si registra invece per i

Paesi più evoluti, che preferiscono impiegare a questi scopi portanti ottici sottomarini.

Nel campo dei servizi televisivi, affermatosi negli anni passati impiegando, ad esempio, collegamenti punto-punto in occasione di eventi quali le Olimpiadi, i campionati di calcio e altre manifestazioni di rilevanza mondiale, l'INTELSAT ha permesso di dare un particolare impulso alla distribuzione diretta via satellite di programmi televisivi commerciali con ricezione sia del tipo comunitario sia tramite sistemi tipo DTH (*Direct to Home*) che impiegano antenne paraboliche di diametro molto contenuto presso le abitazioni degli utenti.

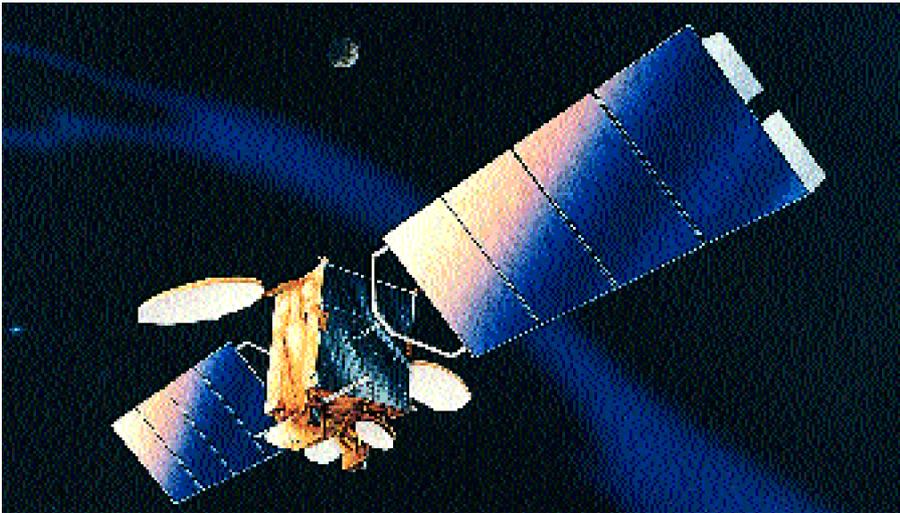
Il sistema di INTELSAT permette infine l'offerta di servizi per l'utenza affari sia del tipo a rete chiusa che aperta. Per potenziare il posizionamento sul mercato del sistema INTELSAT, e poiché una parte consistente dell'impiego di esso assume connotazioni sempre più di carattere regionale, è stato deciso di aprire quattro centri regionali (Londra, Bombay, Singapore e Pretoria).



Prove in camera anecoica sull'INTELSAT VII.

3.2.3 Il segmento Spaziale

L'INTELSAT ha recentemente avviato la fase di acquisizione di una nuova serie di satelliti detta FOS-II, impiegati principalmente per la missione legata alla telefonia di base, in modo da garantire la continuità di questi servizi in sostituzione della capacità fornita dagli attuali satelliti INTELSAT VI che

**INTELSAT VIII.**

verso il Duemila saranno giunti a fine vita. Le unità FOS-II sono state concepite e configurate tecnicamente ed operativamente con un grado di flessibilità molto elevato, in modo da poter far fronte anche a sensibili mutamenti nel futuro della tipologia e della consistenza dei servizi.

Durante il 1996 con il lancio del satellite IS 709 è stato completato il posizionamento orbitale della serie di satelliti INTELSAT VII/VII-A, costituita da nove unità di volo; il costo dell'intero programma è stato pari a circa 2200 milioni di \$ (satelliti, lanciatori, assicurazioni e altri costi di programma). È inoltre in corso di realizzazione la nuova generazione di satelliti INTELSAT VIII/VIII-A, costituita da sei unità, il cui costo complessivo è dell'ordine dei 1100 milioni di \$, che dovrebbero essere resi disponibili a partire dall'inizio del 1997. E' stato di recente assegnato all'industria un contratto per la costruzione di satelliti particolarmente adatti ai nuovi mercati televisivi, operanti nella banda Ku, chiamati KTV, e su base regionale, con alti livelli di potenza irradiata da satellite per consentire tra l'altro la ricezione diretta con sistemi DTH.

Oltre a continuare ad impiegare le attuali bande di frequenza (Ku e C), è previsto l'utilizzo in futuro delle frequenze della banda Ka per applicazioni a larga banda del tipo multimediale: sono state avviate a questo scopo presso la ITU (*International Telecommunications Union*) le procedure necessarie per la registrazione delle diverse posizioni orbitali previste.

3.3 L'EUTELSAT

3.3.1 Generalità

L'EUTELSAT (*European Telecommunications Satellite*) è stata costituita nel 1977 con uno Statuto interinale, ed è diventata una Organizzazione Intergovernativa

a tutti gli effetti con propria personalità giuridica nel 1985. Inizialmente il Consorzio era aperto solo a Paesi europei membri della CEPT (*Conferenza Europea delle Poste e delle Telecomunicazioni*). Hanno successivamente aderito al sistema un numero cospicuo di nuovi Paesi Europei, molti dei quali appartenenti all'Europa dell'Est. Per quei Paesi che non sono membri dell'EUTELSAT, la capacità per l'accesso al segmento spaziale può essere assegnata ad Enti di telecomunicazione autorizzati (*DATÉ - Duly Authorized Telecommunication Entities*)

nominati dalle Autorità Governative locali. (Questa possibilità è prevista peraltro anche per il sistema INTELSAT). Negli ultimi anni l'EUTELSAT ha iniziato quindi ad operare oltre le frontiere dell'Europa Occidentale e ha incluso anche la Russia e i Paesi dell'Asia Occidentale e del Medio Oriente, nel quadro di un contesto europeo che sta evolvendo molto rapidamente. È aumentata così in misura sensibile la domanda di capacità sul segmento spaziale.

3.3.2 I Servizi

L'EUTELSAT è in grado di offrire una gamma di servizi di telecomunicazioni che vanno dalla telefonia di base, compresa la trasmissione di dati, alle reti specializzate per le utenze affari, dai servizi radio e televisivi ai servizi di localizzazione e messaggistica per mezzi mobili.

**Il centro di controllo dell'EUTELSAT a Parigi.**

Il servizio di telefonia di base, integrato con la rete pubblica terrestre, è basato sulla tecnica TDMA, ed impiega ventidue antenne terrestri di diametro compreso tra 11 e 16 m, che coprono quasi completamente l'intero territorio Europeo.

Questo servizio, pur in presenza nell'Europa Occidentale di una elevata competizione da parte delle reti terrestri, continua a mantenere una sua specifica valenza con introiti che nel 1995 sono stati pari a 18 MECU e che si prospetta in termini evolutivi inte-

ressanti per le aree dell'Europa dell'Est. Un recente servizio introdotto dall'EUTELSAT per le applicazioni di telefonia è rappresentato dal nuovo sistema trasmissivo DAMA che consente collegamenti tra piccoli terminali remoti, anche delle dimensioni di una valigetta da viaggio, e una stazione "madre" detta Hub collegata alla rete pubblica terrestre.

I servizi per l'utenza affari sono forniti attraverso un sistema trasmissivo dedicato denominato SMS (*Satellite Multiservice System*) che si caratterizza sia per l'impiego di piccole stazioni terrestri, con antenne di diametro in genere compreso tra 1,2 e 4,5 m, sia anche per l'uso della banda a 12 GHz, assegnata in esclusiva ai collegamenti via satellite: questa banda, assicurando la condizione di non interferenza con i sistemi radio terrestri, non crea ostacoli all'installazione delle stazioni anche sugli edifici dei clienti, eliminando così i vincoli legati alla realizzazione di code terrestri. Con il sistema SMS, che è impiegato in particolare nelle reti chiuse di utenti per la realizzazione di circuiti trasmissivi da 64 kbit/s (o suoi sottomultipli) fino a 8 Mbit/s, è possibile un'ampia varietà di reti con satelliti che impiegano VSAT (*Very Small Antenna Terminal*), con architetture modellate sulle esigenze dell'utente e capaci di offrire una vasta gamma di servizi specializzati.



Satellite EUTELSAT HOT BIRD 2.

I servizi radio e televisivi, che hanno determinato la più significativa evoluzione commerciale dell'EUTELSAT in questi ultimi anni, sono rappresentati dalle applicazioni di trasporto di segnali televisivi, dall'SNG (*Satellite News Gathering*), con piccole stazioni trasportabili per la contribuzione, dal servizio per l'EBU (*European Broadcasting Union*) attivo dal 1984, dalla diffusione televisiva verso antenne comunitarie (per la redistribuzione verso gli utilizzatori finali in cavo o via radio), nonché dalla diffusione diretta a casa dei clienti (DTH).

Queste ultime applicazioni sono in via di rapida evoluzione dalle tecnologie analogiche a quelle numeriche, tanto da assicurare all'EUTELSAT il ruolo di "leader" in questo campo specifico e un ottimo posizionamento sull'intero mercato europeo. Alla fine del 1995 il numero di canali televisivi sul sistema era pari a sessantuno per una utenza stimata di circa 55 milioni di telespettatori. Può essere al riguardo segnalato che, con l'avvento dei satelliti HOT BIRD (HB)/1-5, l'EUTELSAT ha avviato una nuova

strategia commerciale per l'uso della posizione orbitale di 13°E tramite un "bouquet" di satelliti collocati, in grado di coprire l'Europa, dall'Irlanda fino all'Ucraina: da questa unica posizione sarà possibile, a regime, fornire circa cento canali televisivi, ricevibili con un'unica antenna domestica DTH. Questo numero potrebbe crescere a diverse centinaia con lo sviluppo previsto delle nuove tecniche di compressione numerica del segnale televisivo della classe MPEG.

L'EUTELSAT infine fornisce anche un servizio di messaggistica e radiolocalizzazione per mezzi mobili terrestri e marittimi attraverso un proprio sistema denominato EUTELTRACS (*EUTELSAT Tracking System*), specificamente orientato alla gestione di flotte di mezzi di trasporto e che oggi comprende diciotto fornitori di servizio in ventidue Paesi europei, con un numero di terminali installati dell'ordine dei diecimila.

3.3.3 Il Segmento Spaziale

Il segmento spaziale EUTELSAT, che si estende nell'arco orbitale 7°E - 48°E, è oggi costituito da una flotta di nove satelliti di tre diverse tipologie: serie EUT I (tre unità), serie EUT II (quattro unità) e la serie denominata HOT BIRD (due unità).

La serie dei satelliti EUT I, per la quale sono state realizzate e lanciate cinque unità a partire dal 1983, è caratterizzata dall'uso delle frequenze della banda Ku (14/11-12 GHz) e dalla disponibilità di vari tipi di copertura geografica (due diversi fasci per copertura Europea e tre fasci spot), con una capacità trasmissiva pari a dodici ripetitori per satellite.

La serie di satelliti EUT II, per la quale sono state realizzate e lanciate sei unità a partire dal 1990, differisce da quella precedente per l'impiego

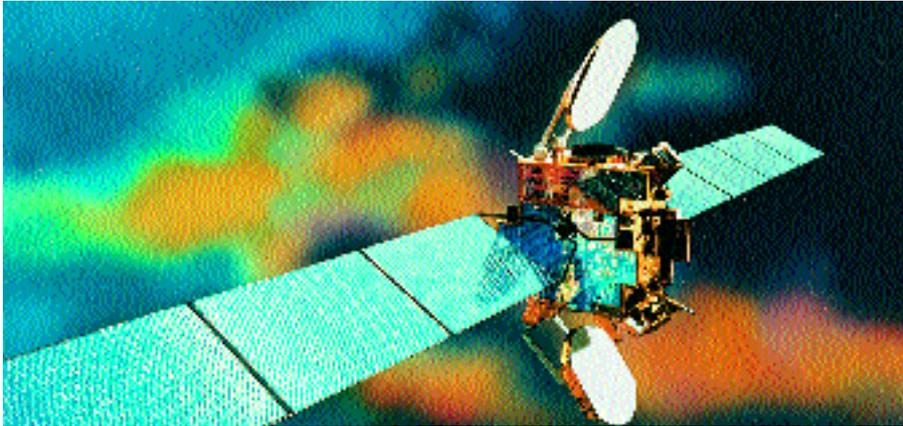
aggiuntivo della banda riservata esclusivamente ai collegamenti satellitari 12,5-12,75 GHz, per una diversa configurazione dei fasci di copertura nonché per la specifica potenzialità di resa del servizio diffusivo televisivo del tipo "quasi DTH" ed infine per una capacità trasmissiva pari a sedici ripetitori per satellite.

Con la modifica dell'ultimo satellite della serie EUT II e con il suo lancio avvenuto nel 1995, è stata infine avviata la generazione dei satelliti HOT BIRD; essa sarà costituita a regime (metà 1998) da cinque unità, destinate in particolare al servizio di trasmissione televisiva ricevuta direttamente a casa dell'utente (tipo DTH); tutte le unità saranno posizionate a 13°E e ciascuna avrà la capacità di venti ripetitori, con una potenza trasmissiva compresa tra 49 e 53 dBW; la potenza irradiata consente la ricezione televisiva con antenne terrestri di diametro compreso tra 40 e 70 cm.

Il segmento spaziale EUTELSAT si svilupperà nei prossimi anni con l'introduzione di due ulteriori tipologie di satelliti: la serie denominata W24, che

sarà costituita da tre unità, e un satellite chiamato SEASAT, nato dalla collaborazione con la Russia e destinato prevalentemente a fornire collegamenti di telecomunicazioni tra l'Europa Occidentale ed i Paesi che una volta costituivano l'Unione Sovietica.

I tre satelliti della serie W24 sono stati commissionati nel 1995 alla Società Aerospaziale e sono caratterizzati da una capacità di ventiquattro ripetitori e da una più ampia area di copertura rispetto a quella dei



EUTELSAT II.

satelliti EUT II, che andranno a sostituire sulle posizioni orbitali di 7°E, 10°E e 16°E; il primo lancio è previsto a fine 1997. Il satellite SEASAT, che sarà costruito in Russia e sarà messo in orbita con il lanciatore Proton, ha una capacità di diciotto ripetitori; esso sarà destinato alla posizione orbitale di 48°E, in modo da sfruttare le opportunità commerciali offerte dai nuovi mercati delle telecomunicazioni dell'Europa dell'Est e dell'Asia.

3.4 L'INMARSAT

3.4.1 Generalità

L'INMARSAT, che ha sede a Londra, è stato fondato nel 1979 e permette la fornitura di comunicazioni mobili via satellite su scala globale attraverso una flotta di satelliti geostazionari con caratteristiche tecniche specifiche per tali applicazioni. Il Consiglio INMARSAT è composto dai rappresentanti dei primi diciotto investitori nel sistema e da quattro Consiglieri scelti con criteri di rappresentanza regionale dei Paesi di piccola estensione geografica o di quelli in via di sviluppo. Il sistema è oggi utilizzato da circa centottanta Paesi. Per buona parte degli utilizzatori il sistema di accesso alla capacità spaziale è del tipo ad assegnazione su domanda: all'utente è assegnato un circuito a richiesta, che, ultimata l'utilizzazione, rientra nel fascio comune dei circuiti disponibili per altre richieste di accesso.

Nel 1982 l'INMARSAT aveva avviato l'esercizio con il solo servizio marittimo; oggi offre capacità spaziale utile per una vasta gamma di servizi, rivolti in particolare a piccoli terminali operanti anche su aerei e su mezzi terrestri, che sfruttano tecnologie numeriche. Per soddisfare questa circostanza il nome dell'Organizzazione cambierà da *International Maritime Satellite Organization* a *International Mobile Satellite Organization*.

3.4.2 Il segmento spaziale

L'INMARSAT, quando iniziò i propri servizi operativi nel 1982, affittò una quota di capacità dei satelliti Marisat della Comsat-USA. Fu messa successivamente in orbita una propria prima serie di quattro satelliti (generazione INMARSAT 2): ognuno di questi fornisce una capacità complessiva sul fascio globale di duecentottanta circuiti fonici equivalenti. Nel 1996 è iniziata

la introduzione operativa della terza generazione (INMARSAT 3) composta da cinque unità di volo, che presenta alcune novità di rilievo quali: a) cinque fasci spot per satellite in aggiunta a quello globale; b) aumento della capacità: fino a 355 canali fonici equivalenti sul fascio globale; c) capacità specializzata per servizi di navigazione.

Nel tempo l'INMARSAT ha anche impiegato ulteriore capacità affittata dall'INTELSAT e dall'ESA (*European Space Agency*). I satelliti in orbita permettono una copertura

totale del globo terrestre tramite illuminazione di quattro "regioni" contigue (Atlantica Ovest ed Est, Indiana e Pacifica): su ognuna di queste regioni operano due satelliti, uno dei quali è di scorta.

I satelliti INMARSAT operano alle frequenze della banda L (1,5-1,6 GHz) per i collegamenti lato mezzi mobili e a quelle della banda C (4-6 GHz) lato stazioni di terra.

Sono comunemente associate al segmento spaziale (come è il caso per ogni sistema via satellite) le stazioni di terra per TTC&M (*Telemetry, Tracking, Command and Monitoring*) collegate con l'SCC (*Satellite Control Centre*) di Londra per le funzioni di gestione orbitale dei satelliti.

3.4.3 Il segmento di terra

In ognuna delle quattro aree oceaniche è operativa una stazione dell'INMARSAT denominata NCS (*Network Control Station*) per la gestione e il coordinamento del traffico in quella regione; queste ultime sono a loro volta collegate con il NOC (*Network Operation Centre*) che opera su base continuativa con compiti di controllo e di coordinamento globale della intera rete. Il centro NOC è anche collegato con tutte le stazioni di traffico e con l'SCC. In ogni area oceanica è necessaria una stazione NCS per ognuno degli "Standards" per i terminali mobili disponibili sul sistema (ad esclusione del sistema aeronautico).

Un ruolo essenziale è svolto nel sistema dalle stazioni per il traffico denominate LES (*Land Earth Stations*) che consentono di interconnettere il sistema satellite alla rete terrestre. Oggi operano sul sistema quarantasei LES, ciascuna dotata di un'antenna con un diametro variabile tra 11 e 13 m, che possono essere equipaggiate per offrire diverse combinazioni di possibili "Standards".

La competizione tra i gestori delle LES è particolarmente accesa, a causa della possibilità per gli utenti finali di ottenere servizi scegliendo la stazione di terra per loro più conveniente. Non è comunque necessario per un Paese avere una propria LES per offrire i servizi ai propri utenti nazionali, in quanto possono essere realizzati accordi di transito con stazioni installate in altri Paesi.

Altra componente essenziale del sistema di terra sono i terminali mobili *MES (Mobile Earth Stations)*.

Uno dei ruoli fondamentali dell'INMARSAT è l'emissione delle specifiche tecniche e degli "Standards" ai quali i costruttori di MES si attengono strettamente per beneficiare del vantaggio della approvazione "tipo" per i loro prodotti che l'INMARSAT garantisce nel caso di rispetto delle suddette specifiche. Quasi tutti i Paesi accettano l'approvazione tipo dell'INMARSAT senza richiedere ulteriori prove.

Per le MES è inoltre necessario il cosiddetto *commissioning* che consiste nell'autorizzazione da parte INMARSAT ad accedere operativamente al segmento spaziale; in questa procedura è compreso l'invio all'INMARSAT di una domanda di accesso al sistema che indichi il nome dell'Autorità contabile alla quale le varie MES sono associate. I proprietari di LES inviano a queste Autorità le fatture per l'uso della loro stazione da parte delle varie MES; tali Autorità provvedono poi ad inviare alle MES a loro associate singole fatture uniche consolidate; queste fatture comprendono, oltre ai costi dovuti all'impiego delle LES, anche quelli relativi all'uso del segmento spaziale (che le LES pagano direttamente all'INMARSAT) e all'impiego delle code terrestri. Il numero dei terminali mobili MES operativi nel sistema INMARSAT in funzione dei vari "Standards" è riportato nella tabella 2.

Nel successivo paragrafo 5.5.1 sono descritte le caratteristiche dei vari standard che l'INMARSAT ha adottato per i diversi tipi di terminali mobili.

Negli ultimi anni ha cominciato a dare segni di saturazione la richiesta di terminali marittimi del tipo standard A; nel 1995 il traffico relativo a questo impiego è stato peraltro di circa 60 milioni di minuti di segnale fonico, contribuendo per circa il 73 per cento agli introiti complessivi. Le nuove installazioni di MES sono orientate verso terminali di standard più recente: INMARSAT M, INMARSAT C e INMARSAT B. Le comunicazioni in facsimile hanno registrato un forte incremento e le applicazioni di posta elettronica hanno assunto una grande incidenza per la gestione marittima a terra e a bordo delle navi. La comunità marittima usa l'INMARSAT anche per la distribuzione capillare delle informazioni relative alla sicurezza, e comprende gli avvisi per la navigazione e i bollettini meteorologici, che si aggiungono alle applicazioni di trasmissione fonica e di dati.

Il mercato delle comunicazioni mobili terrestri rappresenta oggi uno dei settori dell'INMARSAT di più veloce espansione: a fine 1995 gli introiti relativi a questo mercato hanno contribuito a quelli complessivi per circa il 25 per cento. Tali applicazioni includono una gamma di servizi di voce, dati e facsimile anche attraverso altri tipi di terminali quali INMARSAT C e INMARSAT M. L'ultimo servizio introdotto dall'INMARSAT è quello basato sullo standard Mini M, che permette l'impiego di terminali con dimensioni paragonabili a quelle di un personal computer portatile. Poiché in molti Paesi la regolamentazione limita ancora l'uso e la libera circolazione di mezzi mobili terrestri, sono in corso azioni per aprire le frontiere e rimuovere le restrizioni.

Negli ultimi due anni il sistema INMARSAT è divenuto la rete dorsale di comunicazione per le for-

	STANDARD A	STANDARD B	STANDARD C	STANDARD M	STANDARD MINI M
<i>Terminali marittimi</i>	17985	1946	19003	2240	---
<i>Terminali terrestri</i>	7619	1622	10139	10735	315
<i>Totale</i>	25604	3568	29142	12975	315
<i>Terminali aeronautici</i>	669 (appartenenti a 48 compagnie aeree)				

Tabella 2 Consistenza dei terminali mobili nel sistema INMARSAT.

3.4.4 I Servizi

La capacità dei satelliti è utilizzata dai *LESO (Land Earth Stations Operators)* per offrire servizi direttamente all'utente finale ovvero tramite altri gestori o fornitori di servizi con i quali sono stati stabiliti accordi commerciali. I LESO offrono di norma, in aggiunta ai servizi di base INMARSAT, una varietà di *VAS (Value Added Service)*.

ze di pace dell'ONU e per situazioni di crisi politica nel mondo. Un altro impiego di rilievo del sistema riguarda l'ausilio ad Organizzazioni di aiuto umanitario (Croce Rossa Internazionale, UNICEF, Medici senza frontiere, Alta Commissione dell'ONU per i rifugiati) e per i "media" giornalistici che richiedono un'elevata velocità di comunicazione per trasmissione di dati o in facsimile.

L'impiego di servizi di telecomunicazioni aereo-

- **INTELSAT**, costituita nel 1964 per fornire servizi di telefonia di base per connessioni intercontinentali, offre oggi servizi anche per utenza affari, trasporto e distribuzione televisiva con coperture regionali e globali.
- **EUTELSAT**, costituita nel 1977 per fornire servizi di telefonia di base a livello europeo, ha dato particolare sviluppo alla trasmissione dati, alle reti specializzate per utenza affari, al trasporto televisivo, ai servizi di contribuzione e di distribuzione TV da e verso piccoli terminali. Fornisce inoltre un servizio di localizzazione per mezzi mobili in Europa, Nord Africa e Medio Oriente.
- **INMARSAT**, costituita nel 1979 per servizi di telecomunicazioni e di assistenza alla navigazione per utenti mobili marittimi su scala globale, fornisce oggi una vasta gamma di servizi fonici e di dati anche per mezzi mobili terrestri e aeronautici attraverso terminali mobili sempre più compatti.

Consorzio	INTELSAT	EUTELSAT	INMARSAT
Anno di fondazione	1964	1977	1979
Paesi Membri	139	45	79
Satelliti in orbita	23	9	7
Area di copertura	globale	europea	globale
Satelliti in costruzione	7	7	3
Stazioni di terra di Telecom Italia	13	4	2

nautiche INMARSAT da parte di compagnie aeree è in crescita, anche se il volume di affari complessivo rimane per ora limitato. I servizi *Aero* includono diversi tipi di terminali per comunicazioni di fonia e dati; tra questi l'*Aero C* per un servizio di dati a costo più contenuto.

4. Evoluzione futura dei Consorzi

Le strutture gestionali ed organizzative dei Consorzi satellitari internazionali sono oggi sostanzialmente basate su principi stabiliti da più di trenta anni per l'INTELSAT. Esse risultano quindi in parte superate a fronte di nuovi fattori intervenuti negli ultimi anni quali: i processi di liberalizzazione e di privatizzazione, l'incremento della competizione da parte di altri sistemi via satellite e dei sistemi terrestri, le nuove richieste del mercato e degli investitori. In futuro dovrebbero quindi essere eliminati gli attuali lenti e poco efficienti processi decisionali, dovrebbe essere sensibilmente migliorato l'attuale approccio commerciale che risulta limitato nell'offerta, lento e scarsamente flessibile, e dovrebbero anche essere modificate le regole di finanziamento oggi adottate.

Sono in corso presso i tre Consorzi esami approfonditi per definire le soluzioni più efficienti per la struttura e per l'organizzazione; l'avvio delle

prime nuove strutture potrebbe essere avviato nella seconda metà del 1997, almeno per quel che riguarda l'INTELSAT.

Le principali novità di struttura potrebbero comprendere: 1) l'abbandono parziale o totale dell'attuale forma di Consorzi intergovernativi; 2) la trasformazione parziale dei Consorzi in Società per Azioni private; 3) la trasformazione, almeno parziale, in azioni degli investimenti finora effettuati dai Firmatari; 4) la gestione delle nuove Società da parte di Consigli fiduciari ristretti ed elettivi; 5) l'elezione dei Consiglieri da parte degli azionisti; 6) l'apertura parziale ad un azionariato esterno; 7) la riduzione del ruolo delle Autorità Governative dei singoli Paesi.

Le varie scelte allo studio prevedono comunque il permanere, in parallelo alle nuove Società, di strutture "matri" quali quelle presenti (Consortile-Intergovernativo) per continuare a presidiare sia la missione di base, come ad esempio nel caso dell'INTELSAT, sia le funzioni di servizio pubblico, come la salvaguardia della vita umana in mare nel caso dell'INMARSAT.

È certo comunque che con questi cambiamenti si chiuderà un lungo e affascinante capitolo della storia delle telecomunicazioni che ha consentito la piena affermazione delle tecnologie dei sistemi via satellite a livello mondiale e che ha creato le basi per nuove importanti applicazioni (comunicazioni personali, trasmissione di segnali multimediali) dirette alle abita-

zioni (DTH), consolidando al tempo stesso un indotto industriale di assoluto rilievo e contribuendo in misura rilevante allo sviluppo economico e culturale di molti Paesi.

5. I servizi satellitari in Italia

5.1 Introduzione

I servizi satellitari, pur rappresentando in generale un mercato complementare e integrativo nell'ambito globale delle telecomunicazioni (circa il due per cento del volume di affari complessivo), mantengono una loro forte valenza strategica; in particolare per alcuni servizi e applicazioni essi costituiscono l'unica via possibile e conveniente per la fornitura dei servizi. Questo mercato può essere così suddiviso e caratterizzato:

a) *Servizi di base (applicazioni orientate alla rete).*

Il traffico sulle direttrici con Paesi a più alto tenore di vita tende a decrescere lentamente nel tempo con la realizzazione di collegamenti in fibra ottica. È invece sostanzialmente stazionario o in leggera crescita il traffico con i Paesi con limitate infrastrutture di terra e la cui estensione è un ostacolo alla costruzione a breve termine di collegamenti con portanti terrestri, specie nei casi in cui questi Paesi non sono lambiti dal mare e quindi non è possibile attraccare cavi sottomarini. Le due opposte tendenze appaiono in parte compensarsi tra loro.

b) *Servizi per utenza affari.*

Le reti dedicate con molte stazioni terminali risultano essere oggi competitive rispetto ai sistemi tradizionali anche in Paesi con reti cablate assai diffuse e moderne. Questo mercato è in fase di espansione.

c) *Servizi di trasporto televisivo e di distribuzione.*

Rientrano in questa classe i servizi di diffusione e di trasporto di segnali televisivi e radiofonici, di videoconferenza per utenti affari (Business TV), di notizie economico/finanziarie e di agenzia, di distribuzione e stampa remota di giornali. Per queste applicazioni il satellite rappresenta la soluzione più idonea a rispondere alle esigenze dei clienti.

d) *Servizi mobili.*

Questi servizi sono stati dapprima introdotti per le comunicazioni marittime (INMARSAT), ma oggi sono in rapida evoluzione per la fornitura di servizi di telefonia, dati e radiolocalizzazione anche per terminali mobili di tipo terrestre e aeronautico con dimensioni sempre più contenute e, in prospetti-

va, di tipo cellulare.

Di seguito si fornisce una panoramica dei sistemi utilizzati nel nostro Paese per i servizi sopra specificati.

5.2 Servizi di base

La rete via satellite di Telecom Italia per i servizi di base di tipo internazionale si avvale oggi sostanzialmente di capacità spaziale sui sistemi INTELSAT ed EUTELSAT ed è integrata con le reti terrestri ad alta capacità e con quelle con portanti ottici sottomarini.



Centro di controllo satelliti INMARSAT a Londra.

Per quanto riguarda i servizi svolti da Telecom Italia e le stazioni da essa impiegate, la situazione è riassunta di seguito:

- Sono collegati via satellite centosette Paesi (di questi ottantanove extraeuropei e diciotto europei).
- Le stazioni sul sistema INTELSAT sono tredici: di queste undici sono impiegate per il traffico, una è di scorta e una è dedicata al ripristino dei cavi a Scanzano (Palermo). Sul sistema INTELSAT sono utilizzati nove satelliti sia in banda C (6-4 GHz) sia in banda Ku (14/12-11 GHz).
- Le stazioni sul sistema EUTELSAT sono quattro: due di queste portano oggi traffico e operano su un unico satellite in banda Ku; le altre due al momento non sono utilizzate.
- Sono impiegati con traffico anche circuiti internazionali operanti sul satellite russo Ghorizon e su quello nazionale ITALSAT (centottanta circuiti con la Bosnia).

In totale i circuiti internazionali via satellite attivi sono oggi circa quattromilanovecento.

Per quel che concerne gli aspetti tecnologici si rileva che la maggioranza dei sistemi di modulazione e di accesso ai segmenti spaziali INTELSAT ed EUTELSAT impiega tecniche numeriche, in uno scenario di sviluppo che prevede nel breve-medio termine una sensibile continua riduzione dell'impiego delle tecniche analogiche. Telecom Italia sta inoltre valutando la possibilità di partecipare a due nuove iniziative dell'INTELSAT: la prima riguarda

il potenziamento dell'uso delle tecniche di accesso in TDMA tramite l'acquisizione di nuovi terminali di stazione a basso costo.

La seconda è invece relativa all'introduzione di un nuovo sistema trasmissivo numerico (DAMA, già descritto in precedenza) per direttrici a basso traffico, basato sull'assegnazione su domanda di canali tipo SCPC (*Single Channel Per Carrier*).

Va qui infine ricordato che sul sistema nazionale ITALSAT è svolto traffico per servizi di base a livello nazionale mediante otto stazioni di terra di proprietà di Telecom Italia distribuite sul territorio nazionale; è inoltre in corso la fase di installazione di ulteriori cinque stazioni [3].

5.3 Servizi per utenze affari

I sensibili sviluppi tecnologici sia per i sistemi di bordo sia per le stazioni di terra hanno permesso un sostanziale incremento del numero di applicazioni possibili e dell'affidabilità dei servizi e una non trascurabile riduzione dei costi. Sono state realizzate sin dal 1986 numerose reti via satellite sviluppate sulla base di specifiche esigenze manifestate dalla clientela nazionale, congiuntamente a Nuova Telespazio che ha la responsabilità tecnica e operativa. Telecom Italia gestisce oggi oltre tremilacinquecento stazioni VSAT (fra ricetrasmittenti e solo riceventi). Per queste reti sono utilizzati i satelliti INTELSAT, EUTELSAT e Orion (sistema privato USA).

Queste reti sono in molti casi basate su configurazioni di tipo stellare con una stazione master e un elevato numero di stazioni VSAT periferiche: esse impiegano tecnologie del tipo sia TDM/TDMA (*Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access*) sia TDMA oppure SCPC per sistemi di modulazione e di accesso.

Sono stati anche realizzati diversi collegamenti in tecnica SCPC con l'estero. In questi casi Telecom Italia gestisce con la collaborazione di Nuova Telespazio anche le stazioni di terra.

Stazioni Comunitarie. Sono state installate otto stazioni comunitarie pluriutente operanti sui satelliti EUTELSAT e Orion ed equipaggiate per operare con tecnologie TDM-TDMA e SCPC su tutto il territorio nazionale.

Applicazioni di tipo diffusivo. Queste applicazioni riguardano trasmissioni video, foniche o di dati:

- Per quanto riguarda le trasmissioni *video* sono stati realizzati di frequente congiuntamente a Nuova Telespazio collegamenti per eventi occasionali nazionali e internazionali direttamente dalle località interessate (con impianti mobili) verso alcune sedi opportunamente attrezzate alla ricezione e alla diffusione locale delle immagini. Sono inoltre operative reti per la teleconferenza via satellite per l'invio da postazioni centralizzate di immagini numeriche ad alta qualità in un elevato numero di stazioni riceventi.
- Per quel che concerne i *dati* sono state realizzate reti diffuse via satellite, che raggiungono circa duemila stazioni riceventi ubicate in Italia e all'estero.
- Circa la *trasmissione fonica*, sono state realizzate reti che permettono la distribuzione nazionale e

all'estero del segnale radiofonico.

5.4 Servizi di trasporto e di distribuzione televisiva per "broadcasters"

Il satellite rappresenta una risorsa particolarmente idonea per questi servizi che negli ultimi anni, soprattutto in Italia, hanno avuto uno sviluppo consistente dovuto anche all'evoluzione della tecnologia dalla analogica alla numerica.

In Italia la Nuova Telespazio è particolarmente attiva nello sviluppo di questo mercato, a livello nazionale e internazionale, nei seguenti segmenti di servizi:

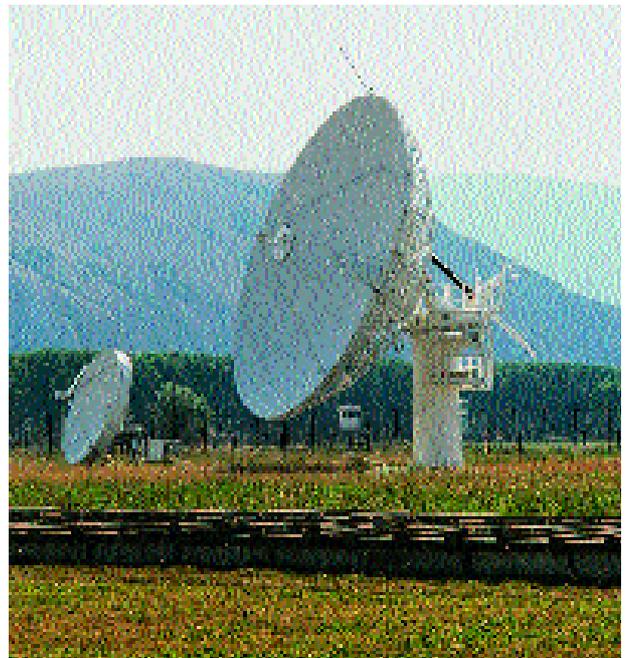
- Servizi di "up-link", mediante stazioni fisse e mobili.
- Servizi di Trasporto del segnale con postazioni fisse e mobili.
- Servizi di diffusione televisiva DTH, soprattutto attraverso i satelliti EUTELSAT e con l'ausilio dei centri spaziali nazionali.

L'impegno in termine di trasponditori satellitari operativi o prenotati per tali servizi è il seguente: Sistema EUTELSAT : diciassette ripetitori (di cui quattordici operativi); Sistema INTELSAT : ventidue ripetitori (di cui sedici operativi); Sistema privato Orion (USA): metà della banda disponibile su un ripetitore.

5.5 Servizi mobili via satellite

5.5.1 Sistema INMARSAT

Telecom Italia ha realizzato, utilizzando la capacità satellitare del Consorzio internazionale INMARSAT, un insieme di reti di telecomunicazioni per servizi con mezzi mobili di tipo marittimo, aeronautico e terrestre.



Antenna INMARSAT (Fucino).

Per offrire questi servizi ha installato, presso il Centro del Fucino, due antenne, ciascuna del diametro di 13 m in banda C che coprono rispettivamente le

aree dell'Oceano Atlantico Est e quelle dell'Oceano Indiano. Inoltre, per garantire le comunicazioni con mezzi mobili situati nelle altre due aree oceaniche (Atlantico Ovest e Pacifico), non in visibilità dalla stazione del Fucino, sono in corso di perfezionamento accordi internazionali per estendere la copertura dei servizi offerti anche a queste aree. Ogni sistema di antenna è collegato alla rete terrestre di Telecom Italia tramite speciali apparati ACSE (*Access Signalling and Control Equipment*), per ciascuno degli standard di interconnessione definiti dall'INMARSAT. Ad ogni standard corrisponde un tipo specifico di terminale mobile e un insieme di servizi, gestiti attraverso un predeterminato scambio di protocolli e di opportune procedure di funzionamento tra il terminale mobile, l'ACSE e l'INMARSAT. Quest'ultimo supervisiona e



INMARSAT 3 sulla rampa di lancio.

gestisce le risorse sul satellite, provvede alla instaurazione delle chiamate e assegna i canali a radiofrequenza. L'ACSE contiene l'insieme di hardware e software attraverso cui sono elaborati tutti i protocolli per lo scambio delle informazioni e delle segnalazioni tra i terminali mobili e la rete terrestre.

Gli standard di interconnessione INMARSAT disponibili presso Telecom Italia sono oggi cinque, e cioè quelli A, C, B, M e Aeronautico, equipaggiati in modo da operare su entrambe le aree geografiche coperte dalle due antenne suddette. È inoltre in corso di valutazione la possibilità di introdurre anche lo standard Mini M.

Le principali caratteristiche di questi standard sono indicate qui di seguito.

- Standard A - Si tratta del primo standard impie-

gato da INMARSAT per assicurare le comunicazioni ordinarie e di soccorso tra le navi e la rete internazionale (PSDN, PSTN). La tecnologia è interamente analogica. I terminali mobili del tipo standard A permettono di offrire i servizi di telefonia, facsimile, telex, trasmissione dati a bassa e a media velocità. Le due stazioni di terra di Telecom Italia al Fucino consentono l'accesso al satellite posto sull'Oceano Atlantico Est con trenta canali per fonìa e ventidue per trasmissione telex; sul satellite posizionato sull'Oceano Indiano questa capacità è di ventiquattro canali per fonìa e di ventidue per trasmissione telex.

- Standard C - È lo standard che caratterizza un sistema per la trasmissione di messaggi telex, di dati e di fax del tipo "store and forward" (immagazzinamento e ritrasmissione) con semplici terminali mobili di tipo sia terrestre, sia marittimo a basso costo. Le due stazioni di Telecom Italia contengono quattro circuiti X.25, otto X.28, cinque per facsimile e ventiquattro circuiti per trasmissione telex condivisi sulle due aree.
- Standard B - Questo standard rappresenta l'evoluzione in tecnologia numerica di quello di tipo A. Esso offre servizi di telefonia, facsimile, dati e telex; tramite un uso efficiente della banda e della potenza del satellite, con questo standard si hanno canoni di uso della capacità spaziale meno costosi di quello A. Telecom Italia gestisce sulle due aree geografiche un sistema equipaggiato per trenta circuiti fonici e trentadue circuiti telex per entrambe le aree ed in condivisione con lo standard M.
- Standard M - Si tratta di un sistema numerico per servizi di telefonia, facsimile a 2400 bit/s e di dati fino a 2400 bit/s. con prestazioni meno spinte di quelle ottenibili con lo standard B e che prevede terminali di dimensioni limitate, con un peso di circa 10 kg. I canoni di uso della capacità sono molto ridotti e inferiori a quelli dello standard B. I canali che Telecom Italia gestisce sono in condivisione con lo standard B così come sopra riportato.
- Sistema Aeronautico - Questo standard, introdotto operativamente da Telecom Italia nel 1995, è relativo a un sistema che fornisce comunicazioni via satellite "full duplex" (bidirezionale) di fonìa e di dati tra un mezzo aereo e la rete pubblica commutata (comunicazioni dei passeggeri delle compagnie aeree e per il controllo del traffico aereo). Le caratteristiche del sistema prevedono l'uso di tecniche numeriche per la voce con codifica a 9600 bit/s o a 4800 bit/s, la disponibilità del facsimile fino a 4800 bit/s e della trasmissione dati da 600 a 10500 bit/s. Telecom Italia gestisce su ciascuna area sette canali per fonìa e un circuito X.75 al servizio di aerei delle Compagnie Alitalia e Meridiana impiegato sulle tratte a medio e a lungo raggio.

5.5.2 Comunicazioni personali

Sistema Iridium

Il sistema Iridium (USA) prevede, a partire dal 1998, di fornire un servizio radiomobile di tipo personale con piccoli apparecchi palmari, tramite

l'impiego di una costellazione di sessantasei satelliti posizionati su orbite circolari a bassa quota. Il sistema, che presenta una realizzazione tecnologica con importanti caratteristiche innovative per le soluzioni sistemistiche adottate, come ad esempio il collegamento tra satelliti, si preannuncia con prospettive di impiego molto promettenti nelle applicazioni con satelliti. Grazie alle iniziative della STET, il nostro Paese ha da tempo assunto un ruolo di rilievo nel progetto Iridium: è stata costituita di recente la Società Iridium Italia alla quale partecipano la STET (30 per cento), TIM (35 per cento) e Nuova Telespazio (35 per cento). La nuova Società, alla quale la STET ha trasferito il proprio investimento iniziale in Iridium (3,77 per cen-



INMARSAT 3.

to), gestirà i servizi per l'Italia e per alcune aree Europee. È in costruzione al Fucino una stazione "gateway", per il traffico in banda Ka, il cui completamento è previsto per la fine del 1997. L'Italia, tramite la Nuova Telespazio, ha anche partecipato attivamente alla definizione e alla realizzazione del nuovo sistema con attività di progettazione, di sviluppo e di integrazione; alla nuova Telespazio è stata pure affidata la responsabilità di realizzare uno dei centri di controllo per la gestione in orbita del sistema satellitare.

Sistema ICO

Il sistema *ICO* (*Intermediate Circular Orbit*) si pone come il principale competitore dell'Iridium per le comunicazioni personali via satellite. Il sistema è gestito come una Società privata a responsabilità limitata, costituita agli inizi del 1995, ed è finanziato su base volontaria dai Firmatari di INMARSAT; questo Consorzio peraltro detiene una propria partecipazione finanziaria diretta, che per ora è di poco superiore al 10 per cento, pur mantenendo completamente separata la propria organizzazione da quella di ICO. Telecom Italia non figura tra i Firmatari INMARSAT, azionisti diretti di ICO, ma contribuisce con la sua attuale quota di partecipazione all'investimento complessi-

vo detenuto da INMARSAT.

Il sistema *ICO* prevede la messa in orbita a partire dal 1999 di dodici satelliti su orbite circolari inclinate ad altitudini intermedie. La rete terrestre comprenderà dodici stazioni di gestione, accesso e controllo.

6. Conclusioni

I Consorzi satellitari internazionali hanno rappresentato uno strumento di rilievo per lo sviluppo e l'affermazione a livello globale delle tecnologie satellitari per tutte le più importanti applicazioni di telecomunicazioni. Queste tecnologie hanno apportato, in particolare, un prezioso contributo per l'avvicinamento della moderna

società a quel concetto di villaggio globale senza le quali si sarebbero verificate limitazioni non trascurabili e si sarebbero accumulati sicuramente ritardi. La caratteristica dei sistemi satellitari di permettere la copertura di vaste aree geografiche e la rapidità da essi consentita per la messa in esercizio di reti di telecomunicazioni capaci di superare, a costi contenuti, ogni confine di tipo naturale, hanno assicurato, in un primo momento, la diffusione di questi sistemi presso i Paesi più industrializzati, soprattutto per applicazioni legate alla telefonia

di base; per questi Paesi il mezzo satellite si è saldamente posizionato come complemento ai portanti terrestri, pur rimanendo sempre un sistema che ha occupato un mercato di nicchia. A questo stesso mercato sono peraltro oggi rivolti interessi via via più crescenti da parte di Paesi meno industrializzati che non dispongono di una rete terrestre estesa. L'evoluzione della tecnologia e della domanda sta portando, inoltre, ad un allargamento del suddetto mercato verso servizi forniti sempre più in prossimità del cliente finale e quindi da esso fruibili sempre più direttamente, con terminali di dimensioni e costi più contenuti di quelli passati.

I cambiamenti descritti che sono in corso nei tre Consorzi, oltre a recepire la spinta dei vasti cambiamenti delle regole emersi negli ultimi anni, sono indirizzati verso soluzioni strutturali e gestionali che appaiono le più adatte a soddisfare con efficienza le suddette nuove richieste per un allargamento del mercato dei servizi al di là delle applicazioni legate alla telefonia di base. Nuove interessanti opportunità sono infatti aperte per le applicazioni con satelliti: dai nuovi sistemi per mezzi mobili, con terminali molto più compatti di quelli attuali, ai sistemi per comunicazioni del tipo personale, dalla distribuzione televisiva del tipo DTH con centinaia di programmi ricevibili da una unica antenna presso l'utente, fino ai sistemi satellitari per applicazioni multimediali a

larga banda e per avanzate soluzioni per clienti affari. Le tecnologie via satellite sembrano quindi mantenere e, anzi, incrementano il ruolo di primo piano da esse svolto nel settore delle telecomunicazioni tramite nuove applicazioni che si annunciano estremamente promettenti e di vasta portata, anche per Paesi meno industrializzati.

Sono in corso numerose iniziative a livello mondiale da parte di organizzazioni private per progetti satellitari a copertura globale atti a fornire servizi mobili e servizi integrati di voce, dati, video, e segnali a larga banda. Le più importanti iniziative sono Spaceway della Hughes, Astrolink della Lockheed Martin, Teledesic della Microsoft, Cyberstar della Loral.

Si tratta di progetti per satelliti generalmente di elevata capacità, con commutazione a bordo, operanti in bande di frequenza elevate (20-30 GHz); questi nuovi sistemi, essendo stati ideati con tecnologie molto innovative, richiederanno almeno tre o quattro anni di tempo per lo sviluppo e potranno perciò entrare in esercizio all'inizio degli anni Duemila.

Il gruppo STET, che ha sempre manifestato un forte interesse per le applicazioni con satelliti, come è stato messo in evidenza in questo articolo, ha consentito al nostro Paese di assumere nel tempo a livello internazionale ruoli e iniziative di tutto rilievo, e quindi di posizionare l'Italia tra i primi Paesi di riferimento nell'impiego di queste tecnologie in modo da garantire una presenza da protagonisti anche nei nuovi servizi e sistemi satellitari che si stanno imponendo e che rappresentano aree di "business" molto promettenti. È impegno di Telecom Italia continuare e adeguatamente potenziare questo ruolo.

Bibliografia

- [1] Valdoni, F.: *Il sistema ITALSAT*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 9-12.
- [2] Marconicchio, F.: *Il satellite ITALSAT F2*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 13-17.
- [3] Vitali, E.: *L'impiego del sistema ITALSAT in Telecom Italia*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 25-28.

Abbreviazioni

ACSE	Access Signalling and Control Equipment
CEPT	Conferenza Europea delle Poste e delle Telecomunicazioni
DAMA	Demand Assignment Multiple Access
DATE	Duly Authorized Telecommunication Entities
DTH	Direct to Home
EBU	European Broadcasting Union
ESA	European Space Agency
EUTELSAT	European Telecommunications Satellite Organisation
IDR	Intermediate Data Rate
EUTELTRACS	EUTELSAT Tracking System
FM/FDMA	Frequency Modulation/Frequency Division Multiple Access
HB	HOT BIRD
ICO	Intermediate Circular Orbit
IMO	International Maritime Organisation
INMARSAT	International Mobile Satellite Organization
INTELSAT	International Telecommunications Satellite Organisation
LES	Land Earth Stations
LESO	Land Earth Stations Operators
MES	Mobile Earth Stations
NCS	Network Control Station
NOC	Network Operation Centre
NSE	Non Signatory Entities
SCC	Satellite Control Centre
SCPC	Single Channel Per Carrier
SMS	Satellite Multiservice System
SNG	Satellite News Gathering
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
TTC&M	Telemetry, Tracking, Command and Monitoring
VAS	Value Added Service
VSAT	Very Small Antenna Terminal



Enzo Vitali si è inizialmente occupato presso la Telespazio di studi sui sistemi di telecomunicazioni via satellite e di rapporti con le Organizzazioni Internazionali. Ha quindi operato (1978-'83) nel Consorzio EUTELSAT (Parigi) come Direttore di Divisione responsabile della pianificazione e dei servizi. Dal 1984 al 1994 ha rappresentato la Telespazio presso i tre Consorzi Satellitari: EUTELSAT, INTELSAT e INMARSAT assumendo per gli anni 1992-'94 la carica di Presidente del Consiglio di Amministrazione dell'INTELSAT. Dal 1995 opera in Telecom Italia dove coordina la partecipazione nei tre Consorzi suddetti ed è il rappresentante Telecom Italia nei tre Consigli di Amministrazione. È inoltre responsabile delle attività di pianificazione del sistema ITALSAT. Ha partecipato alle attività di diverse Organizzazioni e Commissioni di studio nazionali ed internazionali (CEPT, ESA, CEE, ITU) ed è autore di numerose memorie sulle telecomunicazioni via satellite.

Esperienze in Telecom Italia

Facsimile: indicatori di qualità nella normativa internazionale

PIERO IZZO
VINCENZO PASQUINI

Questo articolo costituisce il proseguimento di un lavoro finalizzato a presentare le problematiche che interessano il servizio facsimile, con particolare riferimento agli aspetti di qualità.

La prima parte, pubblicata nel precedente numero del Notiziario Tecnico, ha riguardato la presentazione delle tecniche di trasmissione di un messaggio facsimile e delle principali attività svolte dal gestore italiano in merito agli studi preliminari per la caratterizzazione della qualità delle comunicazioni facsimile.

Il crescente interesse a livello internazionale per una più approfondita e puntuale conoscenza delle caratteristiche del servizio facsimile, in termini di prestazioni e qualità offerta, ha portato, nel 1991, a costituire un Gruppo di Lavoro nell'ambito del Gruppo di Studio 2 dell'ITU-TSS (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector), a cui partecipa Telecom Italia, con il mandato principale di definire i parametri di qualità del servizio facsimile.

Questo secondo articolo è dedicato alla descrizione dei parametri sinora definiti. Su questa base Telecom Italia ha poi sviluppato gli strumenti di controllo della qualità del servizio facsimile, che sono presentati in un articolo pubblicato in questo stesso numero del Notiziario Tecnico.

1. Introduzione

L'elevata entità di traffico originata dal servizio facsimile e la conseguente attenzione alle esigenze della clientela a cui esso è rivolto, hanno suscitato, a livello internazionale, un interesse crescente da parte dei gestori delle reti pubbliche di telecomunicazione verso le caratteristiche e le prestazioni fornite da un generico collegamento in merito a questo servizio. In particolare è emersa la necessità di definire parametri standard per valutare la qualità del servizio facsimile che ha portato, nell'ambito del Gruppo di Studio 2 dell'ITU-TSS¹, ad approvare, nel 1991, lo studio "Facsimile Service Quality on Switched Telephone Networks" (Qualità del Servizio Facsimile nelle Reti Telefoniche Commutate), identificato come "Question 2" del "Working Party 2" (Q.2/2).

Lo studio è stato promosso con l'obiettivo di produrre nuove "Raccomandazioni" attraverso cui identificare specifici parametri per valutare la qualità del servizio facsimile; il Gruppo di Lavoro (WP Q.2/2), al

quale SIP (poi Telecom Italia), ha partecipato con continuità, ancora attivo, ha prodotto sinora otto Raccomandazioni sulla qualità del servizio Facsimile con standard Gruppo 3 (serie E.450).

Nelle Raccomandazioni la problematica è stata affrontata con riferimento al traffico generato artificialmente, mentre sono in fase di sviluppo ulteriori Raccomandazioni per definire gli indicatori che consentono di valutare la qualità del servizio facsimile in traffico reale.

L'attenzione è stata rivolta in modo particolare alle prestazioni che riguardano le fasi B (procedura di pre-messaggio), C (trasmissione del messaggio), e D (procedura di post-messaggio) della trasmissione facsimile (maggiori informazioni su queste fasi sono contenute in [1]), attraverso le quali avviene la trasmissione di un testo scritto.

Per quanto concerne invece le prestazioni relative alle fasi di instaurazione della connessione (fase A) e di disconnessione (fase E), essendo le transazioni facsimile del tutto simili a quelle relative al segnale fonico, il Gruppo di Lavoro ha convenuto di rimandare ad altre Raccomandazioni ITU-T riguardanti il servizio telefonico, nelle quali queste tematiche sono già trattate esaurientemente.

In particolare le prestazioni in merito alle quali sono stati definiti gli indicatori di qualità riguardano gli

⁽¹⁾ ITU-TSS (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector), ex-CCITT, è il principale ente di normazione internazionale per le telecomunicazioni.

I CRITERI PER MISURARE LA QUALITÀ DEL SERVIZIO FACSIMILE DI GRUPPO 3 SONO STATI NORMALIZZATI IN AMBITO INTERNAZIONALE (ITU-TSS)

- Nel periodo 1991-1996 sono state redatte e approvate otto Raccomandazioni sulla qualità del servizio facsimile e classificate nella serie E.450 (nell'ambito degli studi prodotti per rispondere alla Questione Q.2/2).
- Gli aspetti considerati per la valutazione delle prestazioni del servizio facsimile sono:
 - la continuità della connessione;
 - la velocità di trasmissione;
 - la durata delle transazioni;
 - la qualità dell'immagine.
- I numerosi indicatori definiti costituiscono un valido strumento di controllo della qualità del servizio facsimile e consentono di confrontare in modo omogeneo il livello di qualità raggiunto in realtà territoriali differenti.
- La disponibilità di uno standard internazionale di riferimento ha rappresentato la premessa per lo sviluppo di sistemi di controllo della qualità del servizio facsimile, sia in ambito nazionale, sia in ambito internazionale. Si veda al riguardo l'articolo "Sistemi di controllo della qualità della trasmissione facsimile e prime verifiche in campo" pubblicato in questo stesso numero (pp. 73-84).

aspetti di:

- Continuità della connessione;
- Velocità di trasmissione;
- Durata delle transazioni;
- Qualità dell'immagine.

Mentre per le prime tre categorie di prestazioni (continuità della connessione, velocità di trasmissione e durata delle transazioni) molti dei parametri definiti per il traffico artificiale continuano ad essere validi anche per la rilevazione della qualità del servizio su traffico reale, per quanto riguarda la qualità dell'immagine, gli approcci seguiti sono diversi: nel caso di traffico artificiale gli indicatori si costruiscono in base agli errori puntuali rilevati nel confronto tra il testo trasmesso, noto al terminale ricevente, e quello effettivamente ricevuto; nel caso di traffico reale, non essendo, ovviamente, noto al terminale ricevente il testo trasmesso, gli indicatori si costruiscono in base alla rilevazione di specifici messaggi del protocollo di comunicazione, inviati dal terminale ricevente quando riscontra la presenza di errori.

Un quadro di sintesi delle normative finora prodotte, o ancora in fase di studio, è riportato in Appendice.

Nel periodo di studio 1997-2000 dell'ITU-TSS il lavoro della questione già citata Q.2/2 sulla qualità del servizio facsimile proseguirà, con la partecipazione di Telecom Italia, ed è previsto l'approntamento di ulteriori Raccomandazioni, in quanto diversi aspetti devono essere ancora approfonditi.

2. Gli indicatori di qualità del servizio facsimile in ambito ITU-TSS

Per ciascuna delle categorie di prestazioni considerate, (Continuità della connessione, Velocità di trasmissione, Durata delle transazioni, Qualità dell'im-

agine) sono stati individuati specifici indicatori, i più significativi dei quali saranno presentati qui di seguito. Questi parametri sono stati definiti con riferimento a *misure in traffico artificiale*, però molti di essi; sono validi anche per le misure in regime di traffico reale. I parametri sono presentati facendo riferimento alle due possibili modalità per la trasmissione di transazioni facsimile: *NON-ECM* (*NON - Error Correction Mode*), senza correzione degli errori, ed *ECM* (*Error Correction Mode*), a correzione di errore.

I parametri di qualità per transazione di tipo NON-ECM

2.1 Transazioni NON-ECM (non a correzione di errore)

Continuità della connessione

L'indicatore che normalmente si considera per rilevare le prestazioni di continuità della connessione è il "tasso di abbattimento prematuro della connessione", che, per il servizio fax, può esprimersi come la "percentuale di transazioni facsimile instaurate² e terminate prima della trasmissione di tutte le pagine". Poiché le cause e le modalità di caduta di una transa-

⁽²⁾ Una transazione facsimile si considera instaurata quando il terminale chiamante ha ricevuto il segnale CED (*Called station identification*), trasmesso dal terminale chiamato.

zione facsimile sono molteplici è stata posta particolare cura nel definire parametri idonei a rilevare, in modo puntuale, le condizioni in cui si verificano le interruzioni delle transazioni. Nell'ambito della procedura di pre-messaggio della fase B sono state distinte due sotto-fasi in relazione all'istante in cui la transazione facsimile attraversa questa fase:

- Fase B di pre-messaggio: fase B della transazione facsimile che si svolge nella parte iniziale della chiamata, prima della trasmissione della prima pagina del documento da inviare, nel corso della quale i terminali, sulla base delle rispettive caratteristiche e della qualità della linea, definiscono le modalità della trasmissione;
- Fase B di post-messaggio: fase B della transazione facsimile che si svolge eventualmente nel corso della comunicazione, dopo la trasmissione di una pagina; questo ritorno alla procedura B avviene qualora la verifica degli errori sul segnale decodificato, che si effettua nella fase D dopo la ricezione di ciascuna pagina, ha dato esito negativo (il numero degli errori rilevati ha superato la soglia prefissata).

Sulla base di queste definizioni sono state specificate le seguenti tipologie di abbattimento prematuro di una transazione facsimile [2]:

- Disconnessione in Fase B di pre-messaggio (Fase 1B): una disconnessione si considera avvenuta in "Fase B di pre-messaggio" se essa si verifica prima della trasmissione della prima pagina del documento;
- Disconnessione in Fase B di post-messaggio: una disconnessione si considera avvenuta in "Fase B di post-messaggio" se essa si verifica durante la fase B che, eventualmente, si svolge dopo la trasmissione di ciascuna pagina;
- Disconnessione nelle Fasi C e/o D: una disconnessione si considera avvenuta nel corso delle fasi C o D se un segnale valido di "post-messaggio", trasmesso dal chiamato, non è ricevuto in risposta ai segnali *MPS (MultiPage Signal)*, o *EOP (End Of Procedure)*; questi due segnali sono inviati dal chiamante al chiamato, al termine di ogni pagina, per informare, rispettivamente, che ulteriori pagine saranno trasmesse oppure che la transazione facsimile è conclusa.

Sulla base di queste definizioni sono stati definiti i seguenti indicatori:

Percentuale C: Tasso di rilascio prematuro (%Cut off)

$$\%C = \frac{F}{T} \times 100$$

Percentuale C_m : Tasso di rilascio prematuro avvenuto alla m-esima pagina

$$\%C_m = \frac{F_m}{T} \times 100$$

Percentuale C_{1B} : Tasso di rilascio prematuro in fase B di pre-messaggio

$$\%C_{1B} = \frac{F_{1B}}{T} \times 100$$

con:

- F numero di transazioni Facsimile abbattute in una delle fasi B, C o D;
- F_m numero di transazioni Facsimile abbattute alla m-esima pagina;
- F_{1B} numero di transazioni Facsimile abbattute nella fase 1B di pre-messaggio;
- T numero totale di transazioni.

Inoltre, per disporre di un indice che stimi la probabilità di successo di una transazione facsimile nella sua interezza, e che tenga quindi conto anche della probabilità di successo della fase di instaurazione della connessione, è stato definito l'indicatore

Percentuale FS: Probabilità di successo di una transazione facsimile (%Facsimile Success),

$$\%FS = PACR \times (100 - \%C)$$

ottenuto dal prodotto dei fattori:

- Probabilità di successo della fase A, *PACR (Phase A Completion Ratio)* data dal rapporto, per le trasmissioni facsimile, tra il numero di transazioni instaurate ed il numero totale di tentativi di chiamate;
- Probabilità di successo delle successive fasi della transazione (100-%C).

Velocità di trasmissione

Le prestazioni riguardanti la velocità di trasmissione e, quindi, la durata delle transazioni influenzano sensibilmente la soddisfazione del cliente in quanto esse sono direttamente legate al costo del servizio.

I terminali facsimile di Gruppo 3 sono in grado di trasmettere i dati informativi a diverse velocità di trasmissione; le attuali velocità di trasmissione ammesse per i terminali Facsimile di Gruppo 3 sono 14400, 12000, 9600, 7200, 4800, 2400 bit/s. I terminali fax, chiamante e chiamato, durante la fase iniziale B si interrogano sulla massima velocità alla quale sono in grado di trasmettere e ricevere i dati e, attraverso la rilevazione della presenza di errori sul messaggio di prova TCF (Training check), controllano la qualità della linea. Se l'esito di questo controllo è negativo la prova si ripete a velocità inferiore, sino a quando la misura degli errori ha dato un risultato soddisfacente. La riduzione della velocità di trasmissione può avvenire anche nel corso della transazione, dopo la ricezione di ciascuna pagina, se il controllo degli errori che si effettua con la procedura D di post-messaggio, ha un esito negativo: in questo caso, infatti, il terminale chiamato invia opportuni messaggi al terminale chiamante per richiedere a questo di ritornare nella fase B (fase B di post-messaggio) e ridurre la velocità.

Per valutare le prestazioni in esame, sono stati definiti alcuni parametri su base "transazione" (cioè misurabili per "n" transazioni) e alcuni parametri su base pagina (cioè misurabili per "m" pagine, relative a "n" transazioni) [3].

I parametri su base *transazione* sono:

Percentuale C_r : Percentuale di transazioni con ri-

duzioni di velocità di trasmissione (% Calls with reductions)

$$\%C_r = \frac{C_r}{T_C} \times 100$$

Percentuale C_{1B} : Percentuale di transazioni con riduzione della velocità di trasmissione durante la fase 1B di pre-messaggio

$$\%C_{1B} = \frac{C_{1B}}{T_C} \times 100$$

con

C_r numero di transazioni facsimile durante le quali è stata ridotta la velocità di trasmissione (transazioni con una o più pagine inviate ad una velocità inferiore a quella massima, negoziata all'inizio dai terminali in base alle rispettive caratteristiche);

C_{1B} , numero di transazioni per le quali la riduzione della velocità di trasmissione è stata ridotta durante la fase 1B di pre-messaggio (nelle transazioni di questo tipo tutte le pagine, sono inviate ad una velocità inferiore a quella massima);

T_C numero di transazioni completate.

I parametri su base pagina sono:

Percentuale N_{Sn} : Percentuale di pagine trasmesse alla velocità S_n sul totale delle pagine delle transazioni completate (% Number of pages at Speed S_n)

$$\%N_{Sn} = \frac{N_{Sn}}{N_t} \times 100$$

dove N_{Sn} , è il numero di pagine trasmesse ad una velocità S_n (14400, 12000, 9600, 7200, 4800, 2400 bit/s) ed N_t è il numero totale di pagine inviate nelle transazioni completate.

È stato anche definito un indicatore che combina il numero di pagine inviate con le diverse possibili velocità a cui le stesse sono state trasmesse, e che esprime così l'impatto della riduzione di velocità sull'efficienza di una transazione; il suo valore è tanto migliore quanto più si avvicina a 100:

Percentuale E_t : Indice di efficienza della transazione (Efficiency Rating)

$$\%E_t = 100 \times \left[1 - \frac{1}{N_t} \sum_{n \geq 1} N_{Sn} \times \left(\frac{S_t - S_n}{S_t} \right) \right]$$

<i>Transazione A</i>	<i>Transazione B</i>
N° di pagine = $N_t = 5$	N° di pagine = $N_t = 5$
Velocità massima iniziale = $S_t = 9600$ bit/s	Velocità massima iniziale = $S_t = 9600$ bit/s
N° pagine inviate a 9600 bit/s = 0	N° pagine inviate a 9600 bit/s = 4
N° pagine inviate a 4800 bit/s = 5	N° pagine inviate a 4800 bit/s = 1

Tabella 1 Esempi di transazioni.

essendo S_t la velocità di trasmissione più elevata.

A titolo di esempio si può valutare l'indicatore per due transazioni come quelle riportate in tabella 1.

In questo caso l'indice di efficienza della transazione risulta rispettivamente:

TRANSAZIONE A: $\%E_t = 50$

TRANSAZIONE B: $\%E_t = 90$

Naturalmente può essere calcolato anche un indice di efficienza medio per tutte le transazioni controllate:

Percentuale \bar{E}_t : Indice di efficienza medio

$$\%\bar{E}_t = \frac{\sum \%E_t}{T_t} \times 100$$

Durata delle transazioni

Nella stessa Raccomandazione che tratta le prestazioni riguardanti la velocità di trasmissione, sono stati introdotti alcuni semplici parametri per il controllo della durata delle transazioni, quali

T_{r1} : Durata media delle transazioni completate senza riduzioni di velocità di trasmissione;

T_{r2} : Durata media delle transazioni completate con riduzione di velocità di trasmissione;

T_{r3} : Durata media delle transazioni completate;

Percentuale T_{r4} : Incidenza delle riduzioni di velocità sulla durata delle transazioni

$$\%T_{r4} = \frac{T_{r3}}{T_{r1}} \times 100$$

Il parametro Percentuale T_{r4} assume valori via via crescenti e superiori a 100 quanto peggiori sono le prestazioni della rete.

Qualità dell'immagine

I parametri relativi alla qualità dell'immagine sono stati individuati sulla base dei risultati di precedenti studi soggettivi sulla qualità delle immagini facsimile percepita dai clienti. Questi studi, condotti presso alcuni gestori di telecomunicazioni partecipanti al Gruppo di Lavoro sulla Questione Q.2/2, mettevano in evidenza le configurazioni di errore di un testo per cui i clienti intervistati, chiamati ad esprimere un giudizio sulla qualità di un testo contenente errori, lo riconoscevano esente da errori, oppure affetto da errori ma leggibile, oppure ritenevano che gli errori riscontrati erano di entità tale da considerare il testo di qualità inaccettabile.

Mediante questi studi è stato possibile definire le seguenti "categorie di qualità" di una pagina che si applicano alla risoluzione "standard", 3,85 linee per millimetro, stabilita nella raccomandazione ITU-T T.4 [4].

Pagina esente da errori: una pagina si considera "esente da

errori” se non presenta errori nelle linee di scansione e contiene tutte le linee di scansione della pagina originale trasmessa.

Le pagine “esenti da errori” sono quelle completamente conformi alle corrispondenti pagine originali; nella trasmissione non sono state aggiunte né sottratte informazioni rispetto al contenuto informativo originale.

Pagina affetta da errori: una pagina si considera “affetta da errori” se presenta uno o più errori nelle linee di scansione ma in numero inferiore a quello necessario per dichiarare la pagina “severamente affetta da errore”.

Una pagina ricevuta con questo livello di qualità contiene alcune degradazioni rispetto all’immagine originale, ma mantiene per lo più la sua intrinseca utilità e, in relazione agli studi soggettivi prima citati, si considera accettabile per la maggior parte delle applicazioni.

Pagina severamente affetta da errori: una pagina si considera “severamente affetta da errori” se presenta una qualunque delle seguenti configurazioni di errore:

- almeno un caso di quattro o più linee di scansione consecutive errate;
- almeno dodici linee di scansione errate in totale, singole o consecutive;
- almeno tre casi di linee di scansione consecutive errate ciascuno dei quali costituito da due o da tre linee di scansione.

Sulla base di queste categorie di qualità di una pagina, sono stati individuati [5] gli indicatori su base transazione:

Percentuale C_{EF} : Percentuale di transazioni completate esenti da errore (%Calls Error-Free)

$$\%C_{EF} = \frac{C_{EF}}{T_C} \times 100$$

Percentuale C_E : Percentuale di transazioni completate affette da errori (%Calls Errored)

$$\%C_E = \frac{C_E}{T_C} \times 100$$

Percentuale C_{SE} : Percentuale di transazioni completate severamente affette da errori (%Calls Severely-Errored)

$$\%C_{SE} = \frac{C_{SE}}{T_C} \times 100$$

avendo indicato, rispettivamente, con:

C_{EF} il numero delle transazioni completate con tutte le pagine esenti da errori;

C_E il numero delle transazioni completate con una o più pagine affette da errori e nessuna pagina severamente affetta da errori;

Classe di Merito	Transazioni Complete	Velocità Massima	Qualità dell'immagine
I	SI	SI	Esenti da errore
II	SI	SI	Affette da errore
III	SI	SI	Severamente affette da errore
IV	SI	NO	Esenti da errore
V	SI	NO	Affette da errore
VI	SI	NO	Severamente affette da errore
VII	NO	Non applicabile	Non applicabile

Tabella 2 Classi di merito per le transazioni facsimile.

C_{SE} il numero delle transazioni completate con una o più pagine severamente affette da errori;

T_C il numero di transazioni completate.

Sono stati pure introdotti analoghi indicatori su base “pagina” che, per brevità, si omettono.

Per permettere di operare in modo semplice un confronto tra diversi gestori di telecomunicazioni, delle prestazioni di qualità del servizio facsimile, si è provveduto anche ad introdurre in una apposita Raccomandazione ITU-T, E. 458 [6], le *classi di merito*. Queste classi, riportate nella tabella 2, sono ottenute combinando gli indici di qualità inerenti gli aspetti di “caduta della connessione”, “riduzione della velocità di trasmissione”, “qualità dell’immagine”, e identificano il livello di qualità raggiunto complessivamente nelle trasmissioni facsimile.

In una transazione di *I classe* tutte le pagine trasmesse sono ricevute alla massima velocità possibile ed esenti da errore; questa classe, quindi, si può considerare composta da transazioni “perfette”.

Le transazioni di *II classe*, trasmesse alla massima velocità possibile e con nessuna pagina affetta severamente da errori, possono essere ritenute “soddisfacenti” nella maggior parte delle applicazioni facsimile.

La *IV classe* comprende quelle transazioni di buona qualità dal punto di vista dell’immagine ricevuta, ma scadenti per quanto riguarda la durata della trasmissione.

Le transazioni di *V classe*, benché ancora utilizzabili per la maggior parte delle applicazioni, risultano degradate sia sotto l’aspetto della qualità dell’immagine, sia per la durata della trasmissione.

Le transazioni di *III, VI e VII classe*, infine, sono da considerarsi molto degradate e quindi non accettabili.

Una Raccomandazione specifica, E.456 [7], è stata redatta per definire le modalità con cui devono essere generate le transazioni di prova nel caso di traffico artificiale allo scopo di consentire confronti omogenei tra diversi gestori e realtà territoriali differenti. La tabella 3 illustra le caratteristiche definite per le transazioni di prova; essendo la Raccomandazione in fase di revisione, nell’ultima colonna sono riportati i nuovi valori contenuti nella versione che sarà proposta al-

I parametri di qualità per

transazione di tipo ECM

2.2 Transazioni ECM (a correzione di errore)

La Raccomandazione che si riferisce ai parametri da utilizzare per la valutazione della qualità della trasmissione facsimile nel caso di transazioni a correzione di errore, E. 454 [10], è quella approvata più recentemente. I parametri normalizzati sono indicati qui di seguito.

Continuità della connessione

I parametri relativi a questa categoria di prestazioni, descritti per transazioni senza correzione di errore (non-ECM), rimangono validi anche per le *transazioni di tipo ECM*. È stato però necessario apportare nella Raccomandazione relative a questa categoria di parametri opportune modifiche o integrazioni alle definizioni di abbattimento prematuro; in particolare è stata modificata la definizione "disconnessione nelle Fasi C o D" in quanto il protocollo di comunicazione è differente nei due tipi di transazioni suddette.

Velocità di trasmissione e durata delle transazioni

Anche per queste categorie di prestazioni, possono essere applicati alle transazioni di tipo ECM gli indicatori descritti per transazioni con modalità "non-ECM", con alcune precisazioni. In particolare gli indicatori definiti su base pagina devono riferirsi,

anziché al numero di pagine intere, come nel caso di transazioni "non-ECM", al numero di quelle parziali in quanto nella modalità "ECM", come è stato già illustrato in [1], una pagina facsimile è suddivisa in "pagine parziali".

Qualità dell'immagine

Per quanto riguarda le transazioni di tipo ECM, sono stati definiti indicatori che fanno riferimento, anche in questo caso, al numero di pagine parziali seguite da messaggi PPR (*Partial Page Request*) di richiesta di ritrasmissione o al numero di trame errate rilevate dal terminale ricevente, quali:

- Percentuale C_{NPPR} : Percentuale di transazioni completate senza la rilevazione di messaggi PPR (%Calls with No PPR);
- Percentuale PG_{NPPR} : Percentuale di pagine inviate senza la rilevazione di messaggi PPR (%Pages with No PPR);
- Percentuale F_E : Percentuale di trame (Frame) errate (per le quali è stata richiesta la ritrasmissione).

È stato inoltre inserito un parametro, indicato di seguito, per valutare la ricorrenza del messaggio EOR (*End Of Retransmission*), inviato dal terminale trasmittente quando questo terminale, dopo aver ricevuto quattro volte consecutive un messaggio di richiesta di ritrasmissione (PPR), per la medesima pagina parziale, decide di interrompere la ritrasmissione e di passare alla trasmissione della pagina parziale successiva:

- Percentuale C_{EOR} : Percentuale di transazioni completate con la rilevazione di uno o più messaggi che indicano la fine della ritrasmissione "EOR"(%Calls with EOR)

Una transazione ECM, nella quale siano presenti messaggi EOR, produce infatti immagini degradate in

I LAVORI SULLA QUALITÀ DEL SERVIZIO FACSIMILE, IN ITU-TSS, PROSEGUIRANNO NEL PROSSIMO PERIODO DI STUDIO (1997-2000)

- Nel periodo di studio 1997-2000 dell'ITU-TSS, proseguirà lo studio della **Questione Q.2/2** sulla qualità del servizio facsimile per la redazione di ulteriori Raccomandazioni per definire alcune caratteristiche ancora da approfondire.
- Sono previsti il completamento della definizione dei parametri per il controllo della qualità in regime di traffico reale, iniziato nel precedente periodo di studio, e la definizione dei valori obiettivo di riferimento per i gestori di moderne reti di TLC. Saranno inoltre affrontati i temi relativi a:
 - le strategie da adottare per minimizzare i disservizi;
 - la qualità del servizio facsimile in relazione alle tecnologie emergenti in questo campo quali il fax di Gruppo 3 con velocità di trasmissione a 64 kbit/s, il facsimile per radiomobile ed il fax di Gruppo 4 con le evoluzioni ad esso relative.
- Telecom Italia continuerà a fornire il proprio contributo a questi lavori.

ricezione.

Sono ancora allo studio parametri che facciano riferimento a specifiche configurazioni di errore, rilevate nel confronto tra un testo trasmesso e quello ricevuto.

Prime definizioni dei parametri di qualità in traffico reale

2.3 Transazioni in traffico reale (NON-ECM ed ECM)

Le definizioni di parametri da utilizzare per la valutazione della qualità della trasmissione facsimile in traffico reale sono ancora in corso di approntamento; possono però essere anticipati i primi orientamenti emersi al riguardo.

Per quanto riguarda i parametri relativi agli aspetti di continuità della connessione, di velocità di trasmissione e di durata delle transazioni valgono le definizioni normalizzate per il traffico artificiale (paragrafi 2.1 e 2.2).

In merito alla continuità della connessione va tenuto presente che, per transazioni in traffico reale, non è omogeneo sia il numero delle pagine trasmesse, sia il loro contenuto; i confronti tra realtà territoriali diverse devono quindi essere eseguiti con accortezza, in quanto la probabilità di caduta delle transazioni è influenzata da queste due caratteristiche.

Circa la valutazione della *qualità dell'immagine* in traffico reale, essa, non potendo essere riferita agli errori riscontrati sul testo ricevuto rispetto all'originale, deve basarsi sulla rilevazione di specifici messaggi del protocollo di comunicazione, inviati dal terminale ricevente quando riscontra errori di trasmissione.

Per quanto concerne i parametri di qualità dell'immagine per transazioni ECM, quelli indicati al precedente paragrafo 2.2 per il traffico artificiale rimangono validi anche per valutazioni in regime di traffico reale, in quanto non fanno riferimento a confronti tra l'immagine ricevuta e quella trasmessa.

Relativamente invece alle trasmissioni di tipo non-ECM, sono presi a riferimento due tipi di messaggio, inviati dal terminale chiamato a quello chiamante quando riscontra sulla pagina ricevuta un numero di errori elevato: *RTP (ReTrain Positive)* se il numero degli errori supera una soglia definita di primo livello, *RTN (ReTrain Negative)* se è superata la soglia, più severa, di secondo livello. Queste soglie tuttavia non sono "standard" e lo stesso utente può impostarle in modo diverso; sono anche presenti numerosi "criteri di decisione", impiegati dai terminali disponibili in commercio, in base ai quali sono inviati questi messaggi. I confronti tra diversi gestori di telecomunicazioni, effettuati su indicatori costruiti in base alla rilevazione di questi messaggi, devono quindi essere utilizzati con cautela.

3. Conclusioni

La mancanza di normative internazionali riguardanti i metodi di misura della qualità del servizio facsimile rappresentava una difficoltà non trascurabile sia a livello nazionale, dove l'attività compiuta per caratterizzare questo tipo di trasmissione era svolta senza uno standard di riferimento, sia a livello internazionale in quanto il confronto o lo scambio di informazioni, nell'ambito di programmi di collaborazione tra diversi gestori di reti di telecomunicazioni, era reso complesso dall'assenza di criteri riconosciuti da Enti internazionali, che garantissero confronti omogenei tra realtà territoriali differenti. Il lavoro svolto dal Gruppo di Lavoro WP Q.2/2 nell'ambito dell'ITU-TSS, al quale Telecom Italia ha partecipato con continuità in maniera propositiva, sembra aver colmato questa lacuna, anche se ulteriori studi sono necessari per una trattazione completa degli aspetti di qualità del servizio, con riferimento alle prestazioni della rete.

Nel periodo di studio 1997-2000 dell'ITU-TSS proseguirà il lavoro della Questione Q.2/2 sulla qualità del servizio facsimile, che è stata riclassificata come "Questione Q.5/2", ed è prevista la redazione di ulteriori Raccomandazioni. In particolare, oltre a completare gli studi in merito ai parametri da utilizzare per il controllo della qualità in regime di traffico reale, saranno affrontati i temi riguardanti:

- la definizione di obiettivi, in termini di valori numerici, per le prestazioni di qualità del servizio facsimile su rete telefonica commutata, a cui dovrebbero far riferimento i gestori in possesso di una moderna rete di telecomunicazioni;
- le strategie da adottare, sia dal punto di vista dei terminali, sia da quello della rete, per minimizzare i disservizi;
- la qualità del servizio facsimile in relazione alle tecnologie emergenti in questo campo quali il fax di Gruppo 3 con velocità di trasmissione a 64 kbit/s, il fax per radiomobile ed il fax di Gruppo 4 con le sue evoluzioni.

L'introduzione di indicatori per la valutazione della qualità del servizio facsimile in standard internazionali ha rappresentato uno stimolo non modesto per diversi gestori di reti di telecomunicazioni a sviluppare sistemi di controllo della qualità di questo servizio. Telecom Italia, in particolare, ha prodotto il sistema denominato *SMTF (Sistema di Monitoraggio del Traffico Fax)*, con prestazioni di elevato livello tecnico, che è oggetto di un articolo sulla qualità del servizio facsimile pubblicato in questo stesso numero del Notiziario Tecnico.

Appendice A

RACCOMANDAZIONI SULLA QUALITÀ DEL SERVIZIO FACSIMILE

RACCOMANDAZIONI APPROVATE:

- E.450 "Facsimile quality of service on PSTN - General Aspects" (Qualità del servizio Facsimile nella Rete Telefonica Commutata - Aspetti generali). È una Raccomandazione preliminare alle successive Raccomandazioni della serie E.450, con la quale si delinea la struttura con cui le stesse sono sviluppate.
- E.451 "Facsimile call cut-off performance" (Prestazioni relative al rilascio prematuro nel servizio Facsimile). Contiene gli indicatori di qualità relativi alla caduta della connessione.
- E.452 "Facsimile modem speed reduction and transaction time" (Riduzioni della velocità di trasmissione e durata delle transazioni nel servizio Facsimile). Contiene gli indicatori di qualità relativi alle prestazioni inerenti la velocità di trasmissione e la durata delle transazioni.
- E.453 "Facsimile image quality as corrupted by transmission - Induced scan lines errors" (Qualità dell'immagine - presenza di errori nelle linee di scansione). Contiene gli indicatori di qualità relativi alla qualità dell'immagine.
- E.454 "Transmission Performance metrics based on Error Correction Mode Facsimile", (Parametri per la valutazione delle prestazioni di trasmissioni Facsimile di tipo ECM). Ha l'obiettivo di definire indicatori specifici per la valutazione delle prestazioni del servizio Facsimile nel caso di transazioni con modalità a correzione di errore.
- E.456 "Test transaction for Facsimile transmission performance" (Transazioni di prova per la valutazione delle prestazioni di rete nelle trasmissioni Facsimile). Definisce le modalità con cui devono essere generate le transazioni di prova nel caso di traffico artificiale.
- E.457 "Facsimile Measurement Methodologies" (Metodologie di misura del traffico facsimile). Esamina le varie metodologie di misura nel servizio Facsimile, secondo lo standard Gruppo 3, mettendo in evidenza vantaggi e svantaggi.
- E.458 "Figure of Merit for Facsimile Transmission Performance" (Grado di qualità per le prestazioni delle trasmissioni facsimile). Introduce alcune "categorie" - ottenute combinando gli indici di qualità inerenti gli aspetti di "caduta della connessione", "riduzione della velocità di trasmissione", "qualità dell'immagine" - che identificano il livello di qualità raggiunto complessivamente nel servizio facsimile.

RACCOMANDAZIONE IN FASE DI DEFINIZIONE:

- E.nonint (denominazione provvisoria) "Metrics for non-intrusive Facsimile performance measurements" (Parametri per la valutazione delle prestazioni di trasmissioni Facsimile con metodi di tipo non intrusivo). Definisce indicatori specifici per la valutazione delle prestazioni del servizio Facsimile su traffico reale (misure non-intrusive).

NOTA

Si precisa che le Raccomandazioni E.451, E.452, E.453, E.454, E.456, E.458 sono state redatte con riferimento a metodi per il controllo di traffico artificiale; la Raccomandazione E.nonint, in fase di studio, si riferisce a metodi per il controllo di traffico reale e sarà redatta sulla base della logica seguita nelle Raccomandazioni precedenti. Le rimanenti due Raccomandazioni indicate in questa appendice, E.450 ed E.457 affrontano, invece, il tema del controllo della qualità del servizio facsimile in modo generale.

Abbreviazioni

CCITT	Comité Consultatif International pour la Téléphonie et la Télégraphie
ECM	Error Correction Mode
ITU-TSS	International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector
PACR	Phase A Completion Ratio
SMTF	Sistema di Monitoraggio del Traffico Facsimile
WP Q.2/2	Working Party Question 2/2

Le seguenti abbreviazioni si riferiscono ad alcuni messaggi del protocollo tipo BSC (Binary Synchronous Communications) relativo alla comunicazione facsimile.

CED	Called station identification
EOP	End of procedure
EOR	End of retransmission
MPS	Multipage signal
PPR	Partial page request
RTN	Retrain negative
RTP	Retrain positive
TCF	Training check

Bibliografia

- [1] Izzo, P.; Pasquini, V.; Pieroni, R.: *Evoluzione delle tecniche trasmissive e dei metodi di misura della qualità del servizio facsimile*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 81-96.
- [2] *Facsimile call cut-off performance*. Raccomandazione ITU-T E.451.
- [3] *Facsimile modem speed reduction and transaction time*. Raccomandazione ITU-T E.452.
- [4] *Facsimile apparatus for document transmission over the PSTN*. Raccomandazione ITU-T T.4.
- [5] *Facsimile image quality as corrupted by transmission - Induced scan lines errors*. Raccomandazione ITU-T E.453.
- [6] *Figure of merit for Facsimile transmission performance*. Raccomandazione ITU-T E.458.
- [7] *Test transaction for Facsimile transmission performance*. Raccomandazione ITU-T E.456.
- [8] *Standardized test charts for document facsimile transmissions*. Raccomandazione ITU-T T.21.
- [9] *Terminal equipment and protocols for telematic services*. Raccomandazione ITU-T T.22.
- [10] *Transmission performance metrics based on error correction mode Facsimile*. Raccomandazione ITU-T E.454.



Piero Izzo, laureato in Ingegneria Elettronica con specializzazione in telecomunicazione, è stato poi assunto in Telecom Italia (ex SIP). Nel 1991 ha conseguito il "Quality Management Master" presso il Consorzio Universitario in Ingegneria della Qualità di Pisa. Si è occupato principalmente dello sviluppo di sistemi per la raccolta ed il trattamento dei dati di qualità delle reti di telecomunicazione: in particolare ha avuto la responsabilità del progetto del Sistema di Monitoraggio del Traffico Facsimile (SMTF).

Dal 1992 collabora ai lavori della Questione 2 del Gruppo di Studio 2 dell'ITU-TSS "Facsimile Service Quality on Switched Telephone Networks". Opera ora nel settore di Qualità Entrante della Divisione Rete della Direzione Generale.



Vincenzo Pasquini, diplomato presso l'Istituto Tecnico Industriale "L. Da Vinci" di Firenze, ha iniziato la sua attività lavorativa nell'ambito della Direzione Regionale Toscana dell'allora concessionaria telefonica TETI (poi confluita in SIP, oggi Telecom Italia), occupandosi di misure per il collaudo e l'attivazione in esercizio di apparati trasmissivi. Dal 1972 al 1994 ha operato presso la Direzione Generale con responsabilità crescenti nel collaudo e nella sperimentazione in campo delle nuove generazioni di sistemi di trasmissione. Con l'istituzione della linea Qualità in Direzione Generale (1989), è stato nominato responsabile del settore "Misure per il controllo Qualità". Opera ora nell'ambito della Direzione Territoriale Rete C1 di Telecom Italia.

Esperienze in Telecom Italia

Sistemi di controllo della qualità della trasmissione facsimile e prime verifiche in campo

PIERO IZZO
VINCENZO PASQUINI
RAOUL PIERONI

Con questo lavoro si completa il ciclo degli articoli dedicati al tema della qualità del servizio facsimile, con particolare riferimento alle prestazioni della rete.

I precedenti articoli [1] [2] sono stati dedicati, rispettivamente, il primo alla descrizione delle tecniche di trasmissione di un messaggio facsimile e dei primi studi condotti dal gestore italiano per la caratterizzazione della qualità delle comunicazioni facsimile, il secondo alla presentazione dei parametri di qualità del servizio fax ad oggi definiti in ambito internazionale.

In questo articolo si descrive il Sistema di Monitoraggio del Traffico Facsimile (SMTF), in grado di elaborare i suddetti parametri, sviluppato da Telecom Italia, e si espongono gli esiti della sperimentazione del sistema. I risultati ottenuti hanno confermato la validità del sistema e l'utilità per un impiego diffuso dello stesso sulla rete di telecomunicazione.

I primi dati hanno anche messo in evidenza l'elevato grado di affidabilità della rete telefonica commutata, confermando l'idoneità di essa per il trasporto delle informazioni del servizio facsimile; la percentuale di insuccesso delle comunicazioni per causa della rete pubblica risulta trascurabile se confrontata alle altre cause di abbattimento del collegamento o di degrado.

Dall'analisi dei risultati è emersa comunque la presenza di alcuni problemi per questo servizio, legati per lo più a questioni di compatibilità dei terminali, ed è stata messa in evidenza la considerevole quantità di transazioni che sono avviate per errore tra terminali telefonici e terminali fax e che incrementano sensibilmente il tasso globale di abbattimento delle connessioni.

1. Introduzione

Diverse sono le motivazioni che hanno portato alla realizzazione di dispositivi per il controllo della qualità del servizio facsimile.

L'introduzione di indicatori per la valutazione della qualità del servizio facsimile nelle normative internazionali dell'ITU-TSS ha stimolato, in diversi Paesi, i gestori delle reti pubbliche di telecomunicazioni ed i costruttori a sviluppare strumenti dedicati alla rilevazione della qualità di questo servizio.

Il forte incremento che questo servizio "dati" su rete commutata ha fatto registrare negli ultimi dieci anni ha fatto emergere in molti Paesi, compreso il nostro, l'esigenza di disporre di un sistema in grado di fornire informazioni più accurate sul servizio facsimile; in particolare si è avvertita la necessità di conoscere meglio le caratteristiche del traffico da esso generato su direttrici nazionali e internazionali, dove la sua incidenza è rilevante, e il livello di qualità che la rete telefonica commutata è in grado di offrire per questo servizio. L'attenzione è stata concentrata sul fax in

Standard di Gruppo 3 in quanto oggi risulta essere quello più largamente diffuso: si stima infatti che oltre il 99 per cento dei terminali fax impiegati sulla rete pubblica mondiale sia di questo tipo.

Le caratteristiche del protocollo di comunicazione del servizio facsimile consentono di elaborare *indicatori in ottica cliente*, cioè indici che valutano aspetti di qualità del servizio direttamente percepibili dagli utilizzatori, relativamente alla fase della transazione facsimile, assimilabile alla fase di *conversazione* di una comunicazione telefonica che segue quella di instaurazione della connessione. La possibilità di poter registrare i numeri identificativi dei terminali che trasmettono transazioni facsimile, chiamante e chiamato, consente, tra l'altro, di poter localizzare con esattezza eventuali direttrici penalizzate dal degrado trasmissivo.

La partecipazione di Telecom Italia a Gruppi di Studio in ambito internazionale e a programmi di collaborazione con gestori esteri è risultato essere un ulteriore stimolo alla realizzazione di un sistema di monitoraggio della qualità di questo servizio.

Lo sviluppo del sistema per il controllo del *traffico*

reale è stato determinato, quindi, dall'esigenza di:

- conoscere le caratteristiche del traffico facsimile generato sulle direttrici nazionali e internazionali;
- individuare le relazioni in cui l'incidenza del traffico è rilevante e che sono, quindi, meritevoli di maggiore attenzione;
- valutare l'effettivo livello di qualità offerto per questo servizio dalla rete telefonica commutata;
- disporre di uno strumento in grado di monitorare un numero molto elevato di transazioni senza sottrarre risorse all'utenza.

Inoltre per analizzare con accuratezza le prestazioni delle direttrici in misura, offerta dalle campagne di misura con traffico di prova, è stato ritenuto opportuno sviluppare un sistema per la generazione e per il controllo di *traffico artificiale*, il cui utilizzo risulta particolarmente utile nei seguenti casi:

- caratterizzazione di specifiche direttrici: nel caso di criticità, emerse ad esempio dall'analisi degli indicatori correntemente misurati sul traffico reale, le prove in traffico artificiale consentono di operare una "segmentazione" della rete e, quindi, di localizzare le cause di degrado della qualità;
- indagini su temi specifici di qualità della trasmissione facsimile: attraverso i dati rilevabili da queste campagne è possibile individuare le correlazioni esistenti fra qualità del servizio facsimile e problemi della rete trasmissiva;
- indagini per reclami d'utente: con queste campagne è possibile verificare con accuratezza quanto lamentato dai clienti, attraverso i reclami, nonché misurare l'entità delle anomalie presenti.

I sistemi per il controllo della qualità del servizio facsimile

2. Controllo in regime di traffico artificiale

Le esigenze del controllo della qualità nella trasmissione facsimile, possono essere soddisfatte, in primo luogo, mediante dispositivi di prova che eseguono in modo automatico quello che, nelle prime rilevazioni condotte a questo scopo era eseguito in modo manuale [1]: le apparecchiature di prova eseguono un programma di chiamate sulla rete telefonica sviluppando traffico artificiale, collegano fra loro dispositivi fax del Gruppo 3, controllano i protocolli relativi ad essi e valutano, in modo oggettivo, la qualità dell'immagine ottenuta nelle transazioni effettuate con "fogli" di prova definiti in ambito ITU-TSS.

Queste apparecchiature consentono di presentare i risultati attraverso i parametri definiti per il traffico artificiale e descritti in [2].

Questi dispositivi effettuano in modo "numerico" le operazioni di trasmissione del foglio di prova e di valutazione della qualità dell'immagine sulla ricezione del fax: sul lato di trasmissione è soppressa, cioè, la funzione di scansione e sono trasmesse direttamente le sequenze di bit codificate relative al modello di prova utilizzato, mentre in ricezione queste sequenze so-

TELECOM ITALIA HA REALIZZATO I SISTEMI PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DEL SERVIZIO FACSIMILE SIA CON TRAFFICO ARTIFICIALE SIA CON TRAFFICO REALE

- Con traffico artificiale apposite apparecchiature, sulla base di un programma di chiamate sulla rete telefonica, eseguono le seguenti principali funzioni:
 - connettono fra loro dispositivi fax di Gruppo 3;
 - generano transazioni di prova impiegando immagini standard definite in ambito ITU-TSS;
 - controllano il protocollo di comunicazione;
 - valutano la qualità dell'immagine ottenuta in base agli errori puntuali rilevati nel confronto tra il testo trasmesso, noto al terminale ricevente, e quello ricevuto.
- Con traffico reale l'architettura del sistema è costituita da un livello centrale di elaborazione dei dati e da uno periferico composto da un numero variabile di apparati remoti le cui prestazioni possono essere sintetizzate nel modo seguente:
 - analisi della segnalazione su tutte le transazioni in transito sui flussi a 2 Mbit/s connessi,
 - analisi dei toni di identificazione del terminale chiamante (CNG) e di quello chiamato (CED), per il riconoscimento delle transazioni fax, relativi a sedici transazioni contemporanee,
 - analisi del protocollo di comunicazione a 300 bit/s sino a quarantotto transazioni facsimile contemporanee per ogni unità "Fax" presente nell'apparato remoto con estrazione dei dati relativi a ciascuno dei possibili eventi o degli esiti della transazione fax.

no controllate in modo molto preciso, essendone nota la composizione (controllo bit-a-bit). Generalmente non è necessaria la stampa del messaggio ricevuto.

Da questo controllo è dedotta la qualità dell'immagine e si ottiene una valutazione accurata, che rappresenta uno dei principali vantaggi associati a questa modalità di prova.

La conduzione di campagne di prove in regime di traffico artificiale era una modalità di misura diffusa nelle reti di telecomunicazione pubbliche anche prima che si manifestasse l'esigenza del controllo della qualità del facsimile; può essere ricordato, in proposito, il sistema *ASPEN (Automated System Performance Evaluation Network)*, sviluppato dalla AT&T e utilizzato da molti gestori tra i quali Telecom Italia.

Riguardo al servizio facsimile, sulla rete italiana sono già disponibili dispositivi che controllano la qualità mediante prove in regime di traffico artificiale. Nelle centrali di transito per il traffico internazionale è utilizzato un dispositivo commerciale [3], diffuso anche presso gestori di altri Paesi, con il quale è possibile fare prove su relazioni internazionali. Sono in fase di sperimentazione, inoltre, dispositivi analoghi destinati alla rete nazionale, descritti in [4], le cui specifiche sono state sviluppate da Telecom Italia [5].

Questi ultimi dispositivi presentano alcune caratteristiche che li differenziano, migliorandone le prestazioni, rispetto ad altre versioni disponibili sul mercato: in primo luogo questi apparati costituiscono le "unità remote" di un sistema di misura distribuito sulla rete e gestito da un controllore centralizzato a livello di aree regionali; questa caratteristica rende lo strumento molto flessibile e particolarmente utile nel caso di conduzione di indagini mirate sulla rete. Le unità remote permettono anche il controllo delle transazioni in facsimile di Gruppo 3 su traffico reale a livello di rilegamento d'utente; questa prestazione consente di controllare tutto il processo della trasmissione facsimile a livello di un singolo cliente e risulta, quindi, di particolare importanza nell'analisi dei problemi emersi in base ai reclami degli utilizzatori.

3. Controllo del traffico reale: Sistema di Monitoraggio del Traffico Fax (SMTF)

3.1 Architettura e funzionalità operative del Sistema

Il sistema SMTF [6] è stato introdotto per monitorare il traffico che si svolge sulla rete telefonica tra apparati facsimile con standard Gruppo 3, cioè tra gli apparati facsimile di terza generazione il cui protocollo di scambio delle informazioni è standardizzato nella Raccomandazione ITU-T T.30. Il monitoraggio del traffico è eseguito mediante l'impiego di apparati periferici connessi ad un prefissato numero di flussi numerici PCM (*Pulse Code Modulation*) a 2 Mbit/s presso gli autocommutatori numerici dei diversi livelli gerarchici della rete telefonica: sono controllate le relazioni tra autocommutatori con funzione SGT (*Stadio di Gruppo di Transito*) e Centri Internazionali, le relazioni tra SGT, le relazioni tra autocommutatori con funzione SGU (*Stadio di Gruppo Urbano*) e SGT, le relazioni tra SGU.

L'architettura del sistema [7] è costituita da un livello centrale di elaborazione dei dati e da uno periferico, composto da un numero di apparati periferici variabile secondo i punti da controllare e le esigenze locali. Gli apparati periferici sono connessi al sistema centrale di elaborazione tramite modem su linea commutata.

In figura 1 è rappresentata l'architettura funzionale del sistema SMTF; esso consente

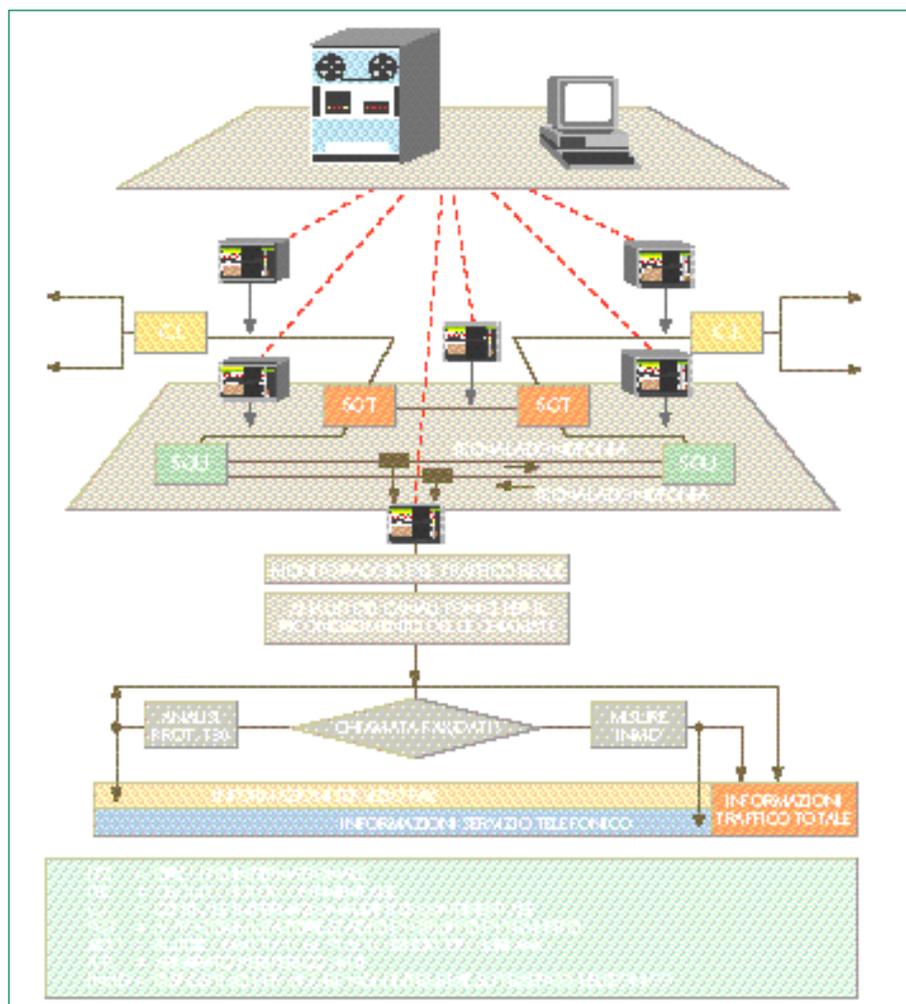


Figura 1 Architettura funzionale del sistema SMTF.

il controllo di tutto il traffico che fluisce sui flussi a 2 Mbit/s sui quali è connesso ed effettua le misure non intrusive per il controllo della qualità del servizio facsimile e, eventualmente, di quella del servizio telefonico.

3.2 Funzionalità degli apparati periferici

Le principali funzioni dell'apparato periferico riguardano:

- il monitoraggio della segnalazione relativa al flusso di chiamate che si presenta sui circuiti telefonici a cui è connesso l'apparato;
- il riconoscimento delle chiamate relative a transazioni facsimile, tra quelle controllate, mediante la rilevazione dei toni *CNG (CalliNG tone)* a 1100 Hz e *CED (CallED station identification)* a 2100 Hz, inviati rispettivamente dal terminale chiamante e da quello chiamato durante la fase di instaurazione della connessione, nonché mediante l'identificazione dei messaggi a 300 bit/s del protocollo di comunicazione della trasmissione facsimile di Gruppo 3;
- la decodifica dei segnali relativi al protocollo di comunicazione per l'estrazione dei dati relativi a ciascuno dei possibili eventi o degli esiti della transazione facsimile.

I dati raccolti sono memorizzati e trasmessi al sistema elaborativo centralizzato per le successive elaborazioni e per il calcolo degli indicatori di qualità.

L'architettura degli apparati periferici, strutturata su un prefissato numero di posizioni (slot) disponibili per le unità applicative, prevede l'utilizzo di un bus interno PCM, composto da centoventotto canali a 64 Kbit/s, cui hanno accesso le interfacce di ingresso e di uscita delle unità applicative che si interconnettono con i canali fonici; esse sono:

- l'unità *Interfaccia di flusso*, che ha la funzione di inserirsi in derivazione sui flussi PCM a 2 Mbit/s, eseguendo su di essi l'analisi della segnalazione e il riconoscimento, in banda fonica, dei toni CNG e CED eventualmente presenti in ciascuno dei canali a 64 Kbit/s della trama PCM; questa unità, tramite il bus PCM di centoventotto canali, è in grado di trasferire i segnali di ogni singolo canale a 64 Kbit/s, su cui è stata riconosciuta una transazione fax, ad altre schede applicative presenti nell'apparato periferico (le unità "Fax");
- l'unità *Fax*, che effettua l'analisi del protocollo di comunicazione facsimile sul canale di controllo che i terminali stabiliscono per l'intera durata della transazione, e che memorizza gli eventi significativi;
- l'unità *DeMux*, che contiene otto interfacce (bidirezionali) per flussi a 2 Mbit/s, e che così ottimizza le prestazioni dell'apparato periferico in termini di numero massimo di canali fonici controllabili¹; questa scheda risponde all'esigenza di effettuare anche l'analisi dei canali a 64 Kbit/s associati ai flussi a 2 Mbit/s che non portano il canale comune di segnalazione, dei quali acquisisce le coordinate (numero di flusso - numero di canale) mediante le informazioni rese disponibili dall'unità Interfaccia di flusso e da un'altra unità denominata CPU.

In figura 2 è rappresentata l'interconnessione delle tre schede sopra descritte. Gli apparati periferici sono

dimensionati con un numero di unità applicative dipendente dal numero di flussi a 2 Mbit/s che si desidera controllare e dall'entità del traffico facsimile afferente ai flussi.

Per effettuare anche le misure non intrusive sul

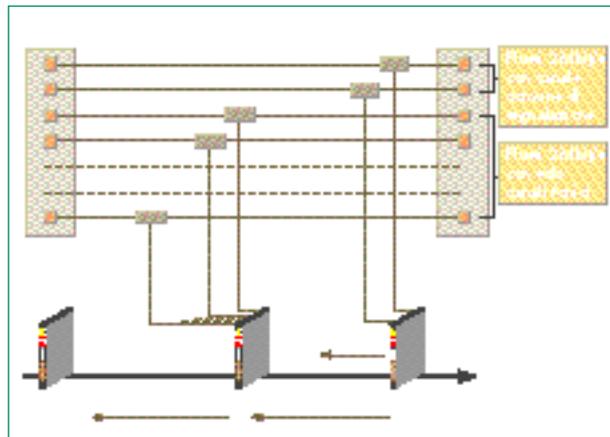


Figura 2 SMTF: schema di interconnessione delle schede "Interfaccia dei flussi", "FAX", e "DEMUX".

traffico telefonico [8], deve essere inserita nell'apparato periferico una ulteriore unità, denominata *INMD (In service Non-intrusive Measurement Device)*, sviluppata da Telecom Italia per un altro sistema di controllo della qualità della rete telefonica; questa unità dopo aver rilevato la presenza dello spettro vocale sulle chiamate controllate, misura i principali parametri che caratterizzano le prestazioni della rete, quali, ad esempio, il rumore, l'eco, e il livello del segnale ricevuto [9].

3.3 Funzionalità del sistema elaborativo

Il sistema elaborativo è costituito da due sistemi denominati rispettivamente Sistema di Raccolta (server) e Sistema di Visualizzazione (client).

Il *Sistema di Raccolta* svolge funzioni di interlavoro con gli apparati periferici, nonché di acquisizione, memorizzazione ed elaborazione dei dati elementari da essi provenienti.

Il *Sistema di Visualizzazione* provvede alla gestione degli apparati periferici, al calcolo degli indicatori di qualità e alla rappresentazione ad essi relativa secondo diverse tipologie di sintesi.

Sulla base delle informazioni elementari estratte dagli apparati periferici, in merito alle transazioni riconosciute di tipo facsimile, il sistema elaborativo fornisce tutti gli indicatori contenuti nelle Raccomandazioni per la qualità del servizio facsimile relative alle prestazioni di continuità, di velocità e di durata delle transazioni, descritti in [2]², nonché un indicatore di qualità

⁽¹⁾ La versione del sistema oggi in campo non ha ancora questo tipo di unità applicativa.

⁽²⁾ Questi indicatori, definiti per il monitoraggio di traffico artificiale e contenuti nelle Raccomandazioni E.451 e E.452, sono applicabili anche in regime di traffico reale.

dell'immagine così definito:

Percentuale C_{EF} : Percentuale di transazioni completate con tutte le pagine esenti da errore

$$\%C_{EF} = \frac{C_{EF}}{T_C} \times 100$$

dove il termine C_{EF} è il numero delle transazioni completate durante le quali non è stato osservato alcuno di quei messaggi del protocollo di comunicazione, *RTP (ReTrain Positive)* e *RTN (ReTrain Negative)*, inviati dal terminale chiamato a quello chiamante quando riscontra sulla pagina ricevuta un numero di errori elevato (RTP se il numero degli errori supera una soglia definita di primo livello, e RTN se questo numero supera la soglia, più severa, di secondo livello).

Il software di elaborazione sarà prossimamente aggiornato per prevedere il calcolo degli ulteriori indici di qualità già approvati o in corso di definizione in ambito internazionale.

Le prestazioni degli apparati periferici impiegati nel sistema descritto possono essere sintetizzate nel modo seguente:

- analisi della segnalazione relativa a tutte le transazioni in transito sui flussi a 2 Mbit/s controllati;
- analisi dei toni CNG e CED relativamente a sedici transazioni contemporanee;
- analisi del protocollo di comunicazione a 300 bit/s fino a quarantotto transazioni facsimile contemporanee per ogni unità Fax presente nell'apparato periferico.

Queste prestazioni rendono il sistema descritto, sviluppato nel nostro Paese, tra i più tecnologicamente avanzati, in questo campo, a livello mondiale. Questa affermazione è confermata dall'interesse suscitato dal sistema presso diversi gestori pubblici di telecomunicazioni, quali Mercury Communication Ltd, France Telecom, Deutsche Telekom, Telefonica Internazionale Argentina (Tel.Int.Ar.): alcuni di questi gestori infatti, dopo aver preso visione del sistema durante la sperimentazione condotta in Telecom Italia, hanno acquisito alcuni apparati periferici per sperimentarli nell'ambito della propria rete.

4. La sperimentazione del sistema SMTF

4.1 Le motivazioni della sperimentazione

Lo sviluppo di un sistema, quale quello descritto al paragrafo precedente per il monitoraggio della qualità della trasmissione facsimile, caratterizzato da aspetti di assoluta novità e da significative innovazioni anche sul piano tecnologico, ha messo in evidenza l'opportunità di sperimentare in campo i dispositivi che lo compongono, sia nelle fasi di sviluppo progettuale, non appena sono stati resi disponibili i primi prototipi, sia nella fase finale del progetto con il sistema predisposto secondo l'architettura definitiva.

Si trattava, infatti, di un sistema finalizzato ad analizzare le transazioni facsimile del traffico reale e solo il "campo" poteva rappresentare il "laboratorio" in grado di validare le scelte di progetto, suggerire i necessari aggiustamenti e verificarne l'efficacia.

Nell'ambito delle attività promosse da Telecom Italia per lo sviluppo del sistema SMTF, la sperimentazione in campo, effettuata in collaborazione con il Costruttore, è stata un passaggio di fondamentale importanza: gli apparati periferici di misura sono stati sperimentati, fin dai primi prototipi, nelle Direzioni Territoriali Rete della Lombardia (Sondrio) e del Nord-Est (Mestre), e sono stati via via aggiornati nel



Apparati periferici del sistema per il monitoraggio del traffico facsimile installati in centrale.

corso della sperimentazione. Il sistema completo, con l'elaboratore (server) per la raccolta e la memorizzazione dei dati e l'elaboratore (client) per la visualizzazione di tutto il processo di controllo, è stato sperimentato nella Direzione Territoriale Centro 1.

Anche nella rete che ricade sotto la responsabilità di questa Direzione Territoriale, comprendente i territori di Toscana e Liguria, è stato osservato un significativo volume del traffico originato e terminato su clienti fax, specialmente su alcune direttrici internazionali e intercontinentali, quali quelle relative alla Gran Bretagna, alla Germania ed agli Stati Uniti di America.

Alcuni fattori di questo sviluppo sono stati individuati nella crescente disponibilità di Personal Computer con modem-fax e di terminali mobili, nonché nell'installazione di posti pubblici per il servizio fax; ulteriori incrementi di questo tipo di traffico potranno

LA SPERIMENTAZIONE IN CAMPO DEL SISTEMA SMTF HA PERMESSO LA SUA OTTIMALE MESSA A PUNTO E HA POSTO IN EVIDENZA I VANTAGGI CHE DA ESSO POSSONO ESSERE ATTESI

- Gli elementi raccolti permettono una stima del dimensionamento minimo della memoria di massa, da prevedere per la corretta gestione dei dati raccolti, in ragione del numero dei flussi controllati, e quindi del traffico facsimile, e in ragione del tempo per il quale si vogliono conservare questi dati: risulta un valore di 15 Mbyte per ciascun flusso a 2 Mbit/s e per mese, con l'analisi in entrambe le direzioni di traffico.
- Il sistema ha mostrato la capacità di misurare correttamente la qualità della trasmissione facsimile sul traffico reale fornendo, in aggiunta ai parametri definiti in sede internazionale, anche altre informazioni legate ai comportamenti di utente, quali quelle relative alle "chiamate errate verso terminali fax"; la sperimentazione ha anche messo in evidenza la capacità del sistema di discriminare e quantificare queste informazioni.
- Attraverso il monitoraggio della qualità offerta per il servizio facsimile, il sistema permette un controllo efficace della qualità della rete trasmissiva.
- La disponibilità del sistema SMTF e le conoscenze acquisite con le attività condotte per il controllo della qualità della trasmissione facsimile, hanno posto Telecom Italia in una posizione di rilievo per questi aspetti fra i più importanti gestori di telecomunicazioni, diversi dei quali hanno manifestato interesse a provare e, in qualche caso, a cominciare ad utilizzare lo stesso sistema.
- I primi risultati hanno confermato l'idoneità della rete telefonica commutata a trasferire le informazioni del servizio facsimile con un adeguato livello di qualità.

no aversi con la prossima fruibilità di servizi di tipo *fax-mail* su segreterie telefoniche centralizzate.

Per questi motivi, a partire dalla fine del 1994, è stata installata nella Direzione Territoriale Centro 1 di Telecom Italia la rete SMTF che può essere definita come l'insieme dei dispositivi di misura che controllano diverse direttrici e che sono gestiti da un controllore centrale.

La postazione di controllo e di elaborazione centralizzata, costituita dal Sistema di Raccolta (elaboratore "server") e dal Sistema di Visualizzazione del processo (elaboratore "client"), connesso al server tramite una LAN (Local Area Network), è stata installata presso la sede della Direzione Territoriale in Firenze: la figura 3 presenta lo schema di principio della struttura realizzata.

Gli esiti della sperimentazione

del sistema SMTF

4.2 Caratteristiche e risultati della sperimentazione

Gli obiettivi preliminari posti alla base della sperimentazione in Telecom Italia, con il sistema SMTF nella sua configurazione completa e pressoché definitiva, sono sintetizzabili in due punti fondamentali:

- verificare la capacità del sistema di misurare oggettivamente la qualità della trasmissione facsimile sul traffico reale, attraverso la produzione dei parametri descritti in precedenza, definiti in sede ITU-TSS;
- individuare i criteri di dimensionamento della piattaforma hardware del sistema di misura sulla base delle reali dimensioni del traffico e in ragione delle principali caratteristiche funzionali, quali, ad esempio, la quantità delle transazioni fax "catturabili" e i tempi di memorizzazione dei dati prodotti.

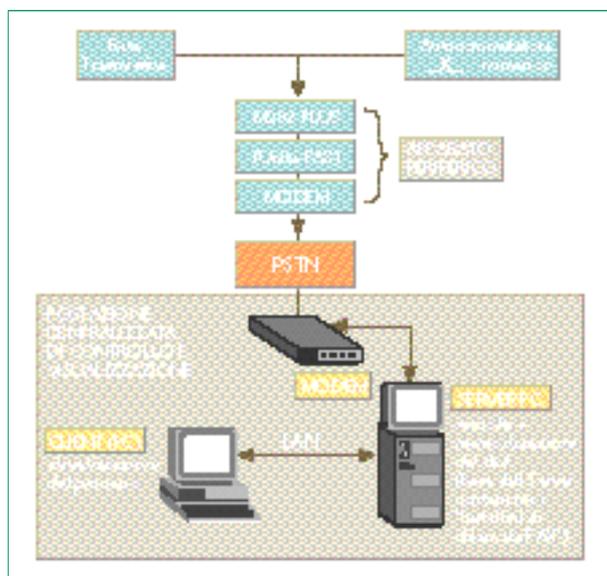


Figura 3 Struttura funzionale del sistema SMTF utilizzata per la sperimentazione.

Gli apparati di misura sono stati installati sulle più importanti direttrici di interconnessione fra gli SGT di Firenze, Pisa, Genova e gli autocommutatori della rete internazionale, senza tuttavia tralasciare il controllo di alcune direttrici interdistrettuali, tra SGT, e quelle dedicate a traffico locale tra SGU e SGT, con lo scopo di valutare la dimensione del traffico facsimile sulle varie tipologie di instradamenti; la foto, mostrata in figura 4, presenta il quadro sinottico delle direttrici controllate come appare sul terminale di visualizzazione.

Per i motivi che saranno esposti più avanti, sono state incluse nella sperimentazione anche alcune direttrici urbane tra SGU della rete policentrica di Firenze.

Le caratteristiche dei due elaboratori possono essere riassunte nei punti seguenti.

Server:

- acquisisce, elabora e memorizza i dati di misura provenienti dagli apparati periferici;
- dispone di una "base dati relazionale" locale per l'archiviazione dei dati;
- è dotato di interfaccia LAN per rendere disponibili in modo efficiente i dati memorizzati;
- impiega un sistema operativo Unix SVR4, una unità centrale Intel 486 dx2 a 66 MHz e processore a 16 bit, un co-processore matematico Intel 80387, 16 Mbyte di RAM (Random Access Memory), 540 Mbyte su disco rigido, un'unità nastro per back-up e supporto magnetico su dischetto da 3,5 pollici.

Client:

- controlla e configura gli apparati periferici, visualizza i dati memorizzati;
- utilizza un sistema operativo DOS 6.22 e una interfaccia grafica Windows 3.1, una unità centrale Intel 486 dx2 a 66 MHz e processore a 16 bit, 8 Mbyte di RAM e 340 Mbyte su disco rigido, un supporto magnetico su dischetto da 3,5 pollici.

La sperimentazione è stata eseguita attraverso il controllo della corretta funzionalità del sistema e con l'analisi costante dei dati di misura, verificando la congruenza di questi dati con elementi di confronto ed individuando eventuali criticità da sottoporre a successive indagini.

4.3 Dimensioni del sistema in rapporto alle dimensioni del traffico

Nella fase iniziale della sperimentazione, nell'elaboratore di raccolta dei dati si sono presentati problemi di sovraccarico con notevoli rallentamenti nelle funzioni di elaborazione e visualizzazione degli stessi dati; il traffico fax controllato, che risultava dell'ordine del 10-20 per cento di tutto il traffico pertinente ai flussi sotto control-

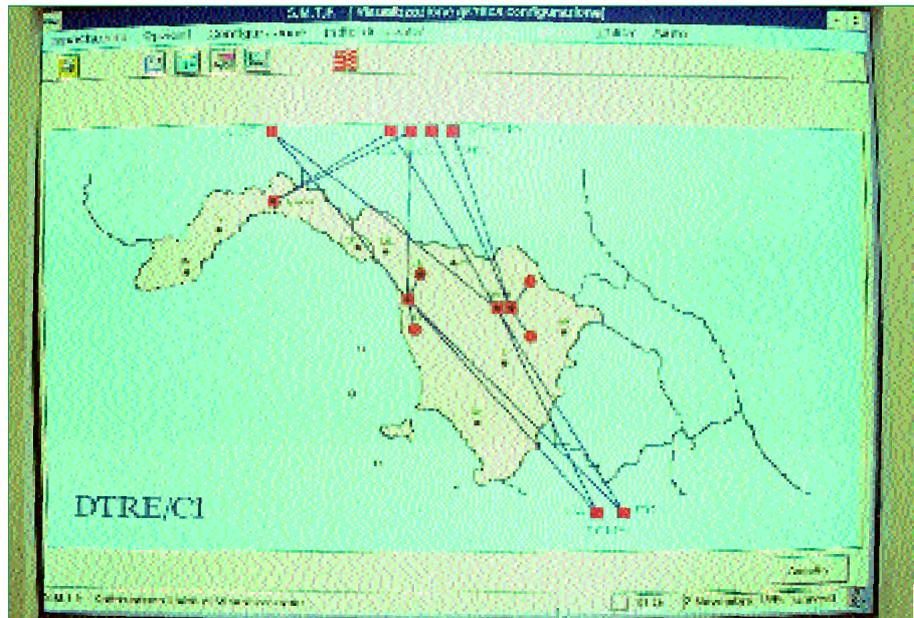


Figura 4 Direttrici sottoposte al monitoraggio del traffico facsimile.

lo, risultava essere superiore alle stime di progetto rendendo estremamente difficile la gestione dei dati resi disponibili.

Nella figura 5 è mostrato il volume delle varie tipologie di traffico, voce, fax, dati, rilevato in una delle prime campagne di misura.

È stata avviata successivamente un'azione di revisione del sistema finalizzata ad ottimizzare le funzionalità del sistema operativo, della base dati relazionale e del codice predisposto per l'elaborazione dei dati.

Le modifiche, introdotte a partire da settembre 1995, soddisfano ora completamente le prestazioni richieste al dispositivo per l'elevato numero di dati da rilevare.

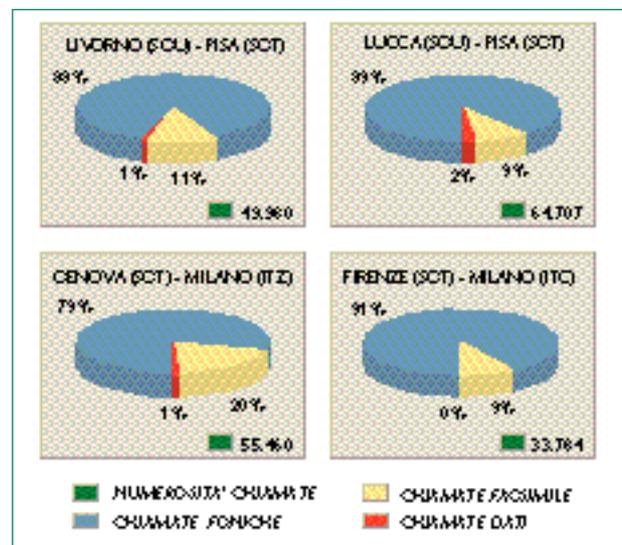


Figura 5 Tipologie di traffico rilevate nel corso della sperimentazione del sistema SMTE.

La figura 6 riporta una scheda di sintesi ottenuta dalla elaborazione dei dati raccolti in questa prima fase della sperimentazione: essa mostra che le transazioni facsimile controllate, rispetto a quelle riconosciute, rappresentavano una percentuale superiore al 90 per cento.

Questa esperienza ha permesso anche di indivi-

DATA	PERIODO OSSERVAZIONE	FASCIA ORARIA	
07/10/95	7 Giorni	24h	
INFORMAZIONI GENERALI			
Chiamate con riusate	100.689	15,3%	
Chiamate con risposta voce	48.372		4,7%
Chiamate con risposta dati	420		0,4%
Transazioni facsimil+ riconosciute	11.069	11,0%	
Transazioni facsimil+ monitorate	10.266	10,2%	
ABBATTIMENTO CONNESSIONI			
Transazioni facsimil+ monitorate	10.266	88,0%	
Transazioni abbattute (*)	1.282		12,0%
Transazioni abbattute in fase B	396		3,7%
Transazioni completate	9.084		
VELOCITA' DI TRASMISSIONE			
Transazioni completate	9.084	8,1%	
Transazioni compl. con riduz. velocità	585		5,9%
Transazioni compl. con riduz. velocità in fase B	12		0,1%
QUALITA' DELL'IMMAGINE			
Transazioni completate	9.084	2,8%	
Transazioni compl. con degrado dell'immagine	255		

Figura 6 Sperimentazione del sistema SMTF: primi dati rilevati sulla direttrice Genova SGT-Milano ITZ (centrale internazionale).

duare un parametro empirico per il dimensionamento minimo della memoria di massa necessaria per il buon funzionamento del sistema: il parametro è stato stimato in 15 Mbyte per ciascun flusso a 2 Mbit/s e per mese, con l'analisi in entrambe le direzioni di traffico.

A valle dell'attività di sperimentazione è stata predisposta, nel dicembre 1995, una versione aggiornata del software del sistema (rilascio 3.0) che include una serie di miglioramenti nelle prestazioni rispetto alla versione precedente (versione 2.0); il rilascio è distribuito con la seguente configurazione hardware:

server costituito da:

- unità centrale Intel Pentium a 100 MHz;
- 32 Mbyte di RAM, 2 Gbyte su disco rigido;
- unità nastro per back-up e supporto tipo CDROM;

client costituito da:

- unità centrale Intel Pentium a 75 MHz;
- 8 Mbyte di RAM e 540 Mbyte su disco rigido.

Con questa configurazione è stato possibile gestire dieci apparati di misura periferici per un totale di ottanta flussi controllati.

4.4 Un nuovo indicatore relativo al "comportamento d'utente"

Un aspetto di particolare importanza emerso con la sperimentazione, riguarda i dati raccolti in merito alle

disconnessioni: fin dai primi rilievi sulle direttrici internazionali (si vedano, ad esempio, i dati della figura 6), il parametro relativo all'abbattimento delle connessioni raggiungeva valori intorno al 12-13 per cento che apparivano elevati sulla base di considerazioni che tenevano conto delle caratteristiche note delle apparecchiature fax e della rete esistente.

Da queste considerazioni, infatti, risultava essere particolarmente rilevante la quota parte del parametro attinente agli abbattimenti in fase "B" di pre-messaggio (8-10 per cento), per le quali l'ipotesi di possibili incompatibilità funzionali fra le apparecchiature fax, non risultava elemento sufficiente a giustificarne l'entità, anche per la notevole diffusione di fax normalizzati; d'altra parte, anche il sospetto che tali abbattimenti fossero da attribuirsi a problemi di rete non era confermato dai parametri riguardanti le prestazioni di disponibilità della rete trasmissiva.

È stata allora condotta un'indagine specifica mirata a verificare, in primo luogo, l'attendibilità del dato e, successivamente, ad individuare le cause reali degli abbattimenti registrati.

A tale scopo è stato effettuato, per un congruo periodo di tempo, il monitoraggio del traffico facsimile tra due autocommutatori numerici della rete urbana di Firenze (SGU Firenze Rifredi - SGU Firenze Campo Marte), tra loro direttamente connessi da un sistema trasmissivo in fibra ottica privo di transiti intermedi, che, nell'ambito della struttura policentrica, avrebbero comportato multi-demultiplazioni aggiuntive; è stato così possibile rilevare i dati delle transazioni facsimile su relazioni particolarmente semplici da un punto di vista di architettura di rete e per le quali era controllata l'elevata disponibilità dei collegamenti.

In queste condizioni, sorprendentemente e contrariamente alle attese, il tasso di abbattimento delle transazioni rilevato dal monitoraggio risultava notevolmente superiore a quello relativo alle direttrici internazionali, raggiungendo anche punte del 20-25 per cento; i controlli predisposti, tuttavia, permettevano di escludere con sicurezza la presenza di cause legate a difettosità di rete.

Sono stati allora selezionati e prelevati dalla banca-dati del sistema i *cartellini*, ovvero l'insieme dei dati registrati per ciascuna chiamata, relativi alle transazioni abbattute, la cui analisi ha permesso di identificare i rispettivi numeri *chiamanti* e *chiamati*: la figura 7 mostra un esempio di questi cartellini. Sono riportati due casi della campagna di misure effettuata sulla direttrice urbana suddetta: il primo riguarda una transazione fax regolarmente eseguita con un coefficiente di efficienza pari a 100 (la definizione di questo parametro è contenuta in [2]), il secondo è relativo ad una comunicazione abbattuta in fase B di pre-messaggio e di essa individua sia il chiamante sia il chiamato.

È stato così possibile, contattando telefonicamente questi numeri, confermare le motivazioni dei risultati anomali rilevati dal sistema, nonché scoprire e quantificare un fenomeno presente in rete da classificare fra i "comportamenti d'utente".

Sono state messe in evidenza, infatti, chiamate originate da un normale apparecchio telefonico - chiamate in fonia - ed indirizzate, per errore, verso un nume-

SMTF - SISTEMA MONITORAGGIO TRAFFICO FAX DETTAGLIO RECORDI CHIAMATE FAX			
Identificativo del cartellino		17159	17159
IDENTIFICATIVO APPARATO	Ubicazione	FI - Rifredi	FI - Rifredi
	Codice purificata	33	33
	Scheda della purificata	1	1
	Direttrice	PRISATI - RICMUS	PRISATI - RICMUS
	Flusso	3	0
Canale	24	7	
CARATTERISTICHE DELLA CHIAMATA	Data	29/05/96	29/05/96
	Durata della connessione	68 [s]	123 [s]
	Anno	Entrante	Uscente
	Soluzioni	417795	474796
	Identificazioni chiamante	-	4250369
	Protocolli ISUP	SI	SI
	Chiamate ISDN	NO	NO
CARATTERISTICHE DELLA TRASMISSIONE FAX	Durata della trasmissione	58 [s]	116 [s]
	Transcodifica chiamante	055-461403	-
	Transcodifica chiamato	39-55-417795	-
	Requisiti non standard	NO	-
	Trasmissioni in EGM	NO	-
	Numero pagine	1	-
	Velocità iniziale	9600 [bit/s]	-
	Riduz. velocità	NO	-
	Riduz. velocità in fase B	NO	-
	Abbattimento connessione	NO	SI
	Fase di abbattimento	-	B
	Pagina di abbattimento	-	-
	Indice di efficienza	100	-
Degradamento immagini	NO	-	
Anomalie DSP	NO	-	

Figura 7 Cartellini di chiamata.

ro su cui era collegato un terminale fax: chiamate di questo tipo sono riconosciute dal sistema SMTF come transazioni facsimile, in quanto il terminale fax chiamato risponde con il segnale CED (*Called station identification*) a 2100 Hz ed invia il primo messaggio del protocollo di comunicazione delle transazioni facsimile, DIS (*Digital Identification Signal*), eventi che erano sufficienti al sistema per classificare queste chiamate come transazioni fax. Non riscontrando poi ulteriori messaggi del protocollo il sistema include le stesse fra quelle disconnesse in fase B di pre-messaggio.

Errori di questo tipo sono facilmente indotti da una carenza di conoscenza per ciò che riguarda la ubicazione dei fax nella rete telefonica; questa informativa è peraltro difficilmente gestibile, data la completa liberalizzazione nell'approvvigionamento e nell'uso di questi dispositivi: non pochi utenti telefonici possessori di un fax, utilizzano infatti la stessa terminazione urbana per ricevere indifferentemente chiamate foniche e facsimile, ma, generalmente, al chiamante che desidera effettuare una comunicazione fonica non è nota a priori la presenza, eventualmente temporanea, dell'apparecchiatura sull'attacco d'utente selezionato.

Dai dati resi disponibili dalle rilevazioni effettuate durante la sperimentazione e alla luce di queste nuove osservazioni, è stato possibile valutare il numero delle comunicazioni foniche indirizzate per errore verso un fax, in una quantità variabile fra il 2 ed il 4 per mille del totale delle chiamate osservate (voce, fax, e dati), senza rilevare significative differenze tra direttrici internazionali, nazionali o urbane.

Includendo però tra le chiamate abbattute anche

le transazioni instaurate tra un apparecchio telefonico ed un terminale fax, il tasso di disconnessione assume valori più elevati.

Questo effetto risulta tanto più evidente quanto più basso è il numero di chiamate fax rispetto al totale del traffico: ciò spiega ragionevolmente le punte di disconnessione del 20 per cento misurate sulla relazione urbana prima descritta su cui, evidentemente, il traffico facsimile ha un'incidenza più limitata rispetto alle direttrici internazionali.

La sperimentazione del sistema SMTF, ha quindi anche permesso di individuare un nuovo indicatore in grado di fornire informazioni su un fenomeno che prima di avviare la sperimentazione non era quantificabile.

A seguito di questi risultati, Telecom Italia ha provveduto ad aggiornare le specifiche del sistema in modo da valutare distintamente la percentuale di chiamate abbattute, per cause da attribuirsi a problemi di rete o di compatibilità tra i terminali fax, e la percentuale di chiamate abbattute perché instaurate tra terminali di natura diversa. Quest'ultimo tipo di transazioni, classificate come "comunicazioni ibride", includono in generale non solo quelle del tipo "voce verso fax" analizzate nella sperimentazione qui descritta, ma anche quelle, del tipo "fax verso voce", "fax verso modem dati", "modem dati verso voce", la cui ricorrenza però, in base alle analisi condotte nel corso della sperimentazione, dovrebbe essere di entità trascurabile. Le modalità di riconoscimento delle tipologie di chiamata sono state definite secondo il diagramma logico di figura 8, che si basa ancora sull'analisi del protocollo di comunicazione facsimile se-

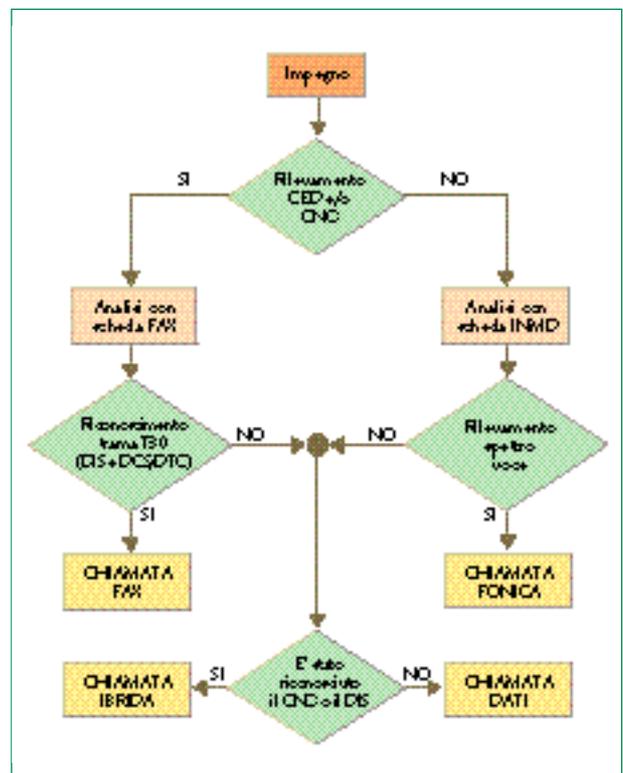


Figura 8 Nuova procedura per il riconoscimento delle tipologie di chiamate nel monitoraggio del traffico facsimile.

condo la Raccomandazione ITU-T T.30, effettuata dall'unità "FAX", ma anche sull'analisi dello spettro vocale effettuata dall'unità "INMD" con cui il sistema può essere equipaggiato. Questi aggiornamenti saranno inclusi nella nuova versione del software che sarà rilasciata nei primi mesi del 1997.

La figura 9 riporta ancora i dati di sintesi relativi alle disconnessioni nel caso mostrato nella figura 6, mettendoli a confronto con quelli ottenuti con le nuove modalità di analisi: il confronto pone in evidenza il peso che il nuovo indicatore, relativo agli abbattimenti delle comunicazioni instaurate tra terminali di servizi diversi (in particolare il servizio telefonico ed il servizio fax), può avere nella valutazione delle disconnessioni misurate dal sistema SMTF sulle comunicazioni fax.

INFORMAZIONI GENERALI				
	ELABORAZIONE RILASCIO 3.0		ELABORAZIONE NUOVO RILASCIO	
Chiamate vocali	100639	100	100639	100
Chiamate con risposta vocale	43.302	79,3%	43.372	79,3%
Chiamate con risposta dati	420	0,75%	418	0,75%
Chiamate con risposta FAX	11.089	13,38%	10.900	10,8%
Chiamate con risposta ibrida	170	0,2%
Totale chiamate con risposta	55.410	100	55.460	100
	ASF=	55,1%	ASF=	55,1%
Transazioni facsimilari concluse	11.068	100	10.900	100
Transazioni facsimilari monitorate	10.286	92,7%	10.098	92,6%

ABBATTIMENTO CONNESSIONI				
	ELABORAZIONE RILASCIO 3.0		ELABORAZIONE NUOVO RILASCIO	
Transazioni monitorate	10.286		10.266	
Transazioni ibride (cc-FAX)	..		168	
Transazioni facsimilari monitorate	10.286	100	10.098	100
Transazioni completate	9.031	88%	9.031	89,5%
Transazioni abbattute	1.222	12%	1.061	10,5%
Transazioni abbattute in fase B	9%	3,7%	728	7,2%
Transazioni abbattute causate	..		113	1,1%
Transazioni abbattute causate FAX	..		951	9,4%
Totale transazioni abbattute			1.061	10,5%

Figura 9 Confronto tra le due procedure di analisi sui dati ottenuti sulla direttrice Genova SGT-Milano ITZ (centrale internazionale).

Questo fenomeno appare ancor più evidente dal confronto presentato nella figura 10 che riporta i dati relativi alle osservazioni sulla tratta della rete urbana di Firenze, ottenuti, rispettivamente, con la precedente modalità di analisi (rilascio 3.0) e con la nuova.

I dati relativi alle disconnessioni riportati in queste due figure, dove è stato possibile depurare l'indice relativo agli abbattimenti delle transazioni escludendo le disconnessioni dovute alle chiamate "ibride", non sono ancora sufficienti per fornire informazioni precise in merito alle caratteristiche di disponibilità della rete. I dati depurati, infatti, contengono ancora due tipologie di disconnessioni: quelle attribuibili alla rete e quelle dovute a difettosità funzionali o accidentali

INFORMAZIONI GENERALI				
	ELABORAZIONE RILASCIO 3.0		ELABORAZIONE NUOVO RILASCIO	
Chiamate voce ¹	119151	100	119151	100
Chiamate dati ¹	
Chiamate FAX ¹	1.225	1,42%	1.455	1,2%
Chiamate ibride ¹	..		270	0,22%
Totale chiamate con risposta	121.179	100	121.179	100

¹ Per semplicità sono stati presi in considerazione solo le chiamate con risposta

ABBATTIMENTO CONNESSIONI				
	ELABORAZIONE RILASCIO 3.0		ELABORAZIONE NUOVO RILASCIO	
Transazioni monitorate	1.225		1.225	
Transazioni ibride (cc-FAX)	..		270	
Transazioni facsimilari monitorate	1.225	100	1.455	100
Transazioni completate	1.382	90,1%	1.382	89,5%
Transazioni abbattute	243	19,9%	73	5%
Transazioni abbattute in fase B	237	17,2%	27	1,8%
Transazioni abbattute causate	..		1	0,0%
Transazioni abbattute causate FAX	..		72	4,9%
Totale chiamate abbattute			73	5%

Figura 10 Confronto tra le due procedure di analisi sui dati ottenuti sulla tratta urbana Firenze Rifredi -Firenze Campo Marte.

delle macchine fax (ad esempio guasti dei terminali, pagina originale inceppata, mancanza della carta sul ricevitore).

Anche queste ultime informazioni possono essere dedotte dall'analisi dei dati registrati dal sistema SMTF in corrispondenza di ciascuna chiamata facsimile, mediante la lettura dei cartellini corrispondenti: in questa sperimentazione l'analisi è stata effettuata in modo manuale e, pur risultando alquanto onerosa, ha permesso di descrivere tutte le categorie di disconnessioni indicate nel diagramma di figura 11, che mostra una rappresentazione completa di uno dei parametri più importanti per la qualità trasmissiva.

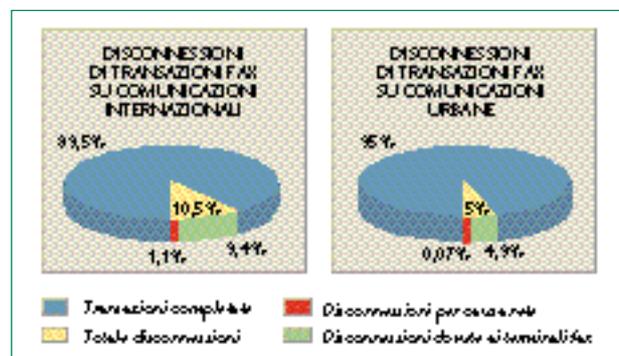


Figura 11 Sintesi dei dati relativi alle disconnessioni rilevate con la sperimentazione del sistema SMTF.

I risultati mostrati in questi diagrammi, che pur essendo riferiti a due sole tipologie di collegamenti sono stati ottenuti su una base di dati statisticamente si-

gnificativa e su condizioni di traffico reali, confermano la rete telefonica quale struttura idonea a trasferire le informazioni del servizio facsimile con un alto livello di qualità. Questo tipo di esperienza, proprio per le difficoltà incontrate nell'analisi manuale dei cartellini di chiamata, ha suggerito di prevedere per il sistema SMTF anche lo sviluppo di un applicativo software che, in modo indipendente dalle procedure già attive e mediante la consultazione dell'archivio dei cartellini da organizzare con il concorso di una adeguata memoria di massa in appoggio alla Base-Dati esistente, attivi le elaborazioni necessarie ad ottenere in modo automatico i parametri voluti: la figura 12 presenta l'architettura del sistema con l'aggiunta di questa prestazione.

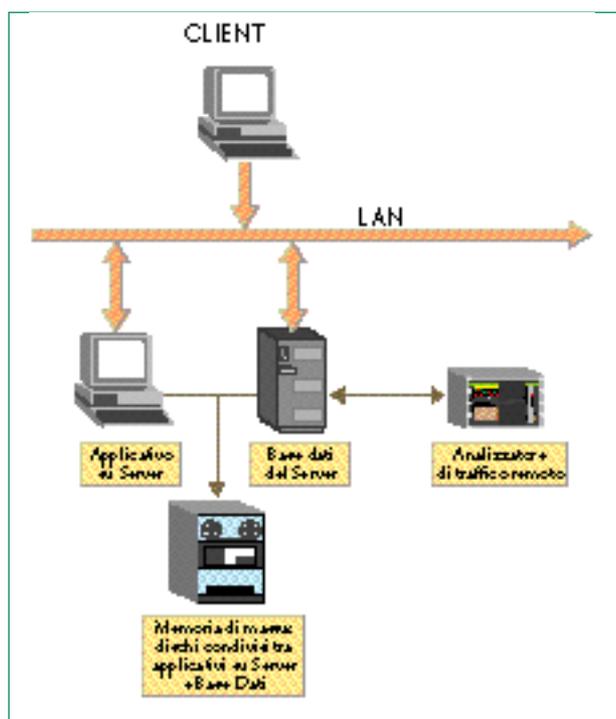


Figura 12 Architettura del sistema SMTF con l'aggiunta di memoria di massa per applicativi di elaborazione.

D'altra parte, l'esigenza di una elaborazione automatica nell'analisi dei risultati ottenuti da sistemi di monitoraggio e controllo, qual è il sistema SMTF, è particolarmente pressante a causa della enorme quantità di dati che questi sistemi sono in grado di acquisire.

Lo sviluppo di questa ulteriore prestazione per il sistema SMTF, è previsto nel corso del 1997.

La sperimentazione, infine, ha dimostrato l'utilità del sistema anche in sede di gestione di alcuni reclami di clienti fax e ha messo in evidenza la capacità dello stesso di rilevare criticità della rete che possono avere significativa influenza sulla qualità della trasmissione facsimile.

La probabile presenza di degrado della rete, che può non influenzare altri tipi di servizi offerti sulla rete telefonica commutata, può invece apparire dall'eccessivo tasso di riduzione della velocità di trasmissio-

ne o dalla elevata percentuale di transazioni con qualità dell'immagine scadente.

La messa a punto del sistema e la relativa sperimentazione hanno richiesto un impegno considerevole per chiarire ed interpretare i dati ottenuti, ma si ha ragione di ritenere che lo strumento di analisi reso disponibile è in grado ora di fornire informazioni di rilievo per il miglioramento della qualità, non solo in relazione alla rete, ma anche alle altre componenti che concorrono alla fornitura del servizio facsimile.

I dati riportati in figura 11, ad esempio, pongono in evidenza che il tasso di disconnessione per cause di rete è di scarsa entità e comunque contenuto nei limiti fisiologici, mentre la numerosità delle disconnessioni per cause attribuibili ai terminali è rilevante e può suggerire l'opportunità di azioni mirate a ridurne considerevolmente la quantità e a ottenere, quindi, una maggiore soddisfazione della clientela, nonché una più efficace utilizzazione della rete.

5. Conclusioni

Il panorama presentato nei tre articoli riguardanti "la qualità della trasmissione facsimile", permette di affermare che oggi i gestori delle reti TLC dispongono di tutti gli strumenti necessari, normativi e gestionali, per un efficace controllo di questo particolare servizio, molto utilizzato dalla clientela.

Anche Telecom Italia, che ha portato un contributo significativo alla conoscenza delle problematiche relative alla trasmissione facsimile e che partecipa ancora attivamente ai lavori normativi internazionali su queste tematiche, ha avviato sulla rete attività sistematiche di controllo con una prima installazione del sistema SMTF in tutte le Direzioni Territoriali.

La sperimentazione ha posto in evidenza come la disponibilità di questo sistema dà la possibilità di controllare su traffico reale le prestazioni di rete sia in relazione alle funzionalità del servizio facsimile, sia in relazione agli altri processi trasmissivi gestiti dalla rete stessa e consente, quindi, di ottenere un miglioramento generale della qualità offerta al cliente. Al riguardo è confortante la constatazione che i risultati dei controlli finora eseguiti, pur se limitati a poche direttrici, pongono in evidenza prestazioni di rete ad un livello di qualità già elevato.

La struttura dei dispositivi di misura SMTF permette anche di eseguire, su un flusso sotto controllo, misure di qualità trasmissiva secondo modalità non intrusive, operando sul sistema le necessarie integrazioni hardware e software; in questo modo sarà possibile aggiornare il modello di valutazione, descritto in [1], che mette in relazione alcuni parametri trasmissivi caratterizzanti la qualità della rete con quelli definiti per la qualità del fax, nonché la formulazione di modelli simili per altre tipologie di servizi.

L'impiego di modelli di questo tipo, in grado di mettere in relazione la qualità della rete con quella dei servizi offerti alla clientela, acquista un'importanza evidente nello scenario competitivo delle telecomunicazioni del prossimo futuro.

La possibilità, inoltre, di inserire le prestazioni di controllo del fax, ancora per mezzo di appropriate in-

tegrazioni hardware e software, sui dispositivi di misura del traffico tipo M282 [10], già presenti diffusamente sulla rete, permette di disporre, a basso costo, di un sistema di controllo molto esteso nella rete nazionale che, come la sperimentazione ha dimostrato, rappresenta un mezzo efficace per valutare la qualità della rete.

Si procederà ora a definire regole e procedure per l'impiego degli apparati periferici di misura, dei piani di monitoraggio e delle modalità relative all'analisi dei risultati, in modo da favorire l'utilizzo ottimale del sistema.

Abbreviazioni

ASPEN	Automated System Performance Evaluation Network
CDROM	Compact Disk Read Only Memory
DTRE	Direzione Territoriale REte
INMD	In service Non-intrusive Measurement Device
ISDN	Integrated Service Digital Network
ITU-TSS	International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector
LAN	Local Area Network
PCM	Pulse Code Modulation
RAM	Random Access Memory
SGT	Stadio di Gruppo di Transito
SGU	Stadio di Gruppo Urbano
SMTF	Sistema di Monitoraggio del Traffico Facsimile

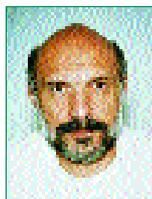
Le seguenti abbreviazioni si riferiscono ad alcuni messaggi del protocollo tipo BSC (Binary Synchronous Communications) relativo alla comunicazione facsimile.

CED	Called station identification
CNG	Calling tone
DIS	Digital identification signal
DCS	Digital command signal
DTC	Digital transmit command
RTN	Retrain negative
RTP	Retrain positive

Bibliografia

- [1] Izzo, P.; Pasquini, V.; Pieroni, R.: *Evoluzione delle tecniche trasmissive e dei metodi di misura della qualità del servizio facsimile*. «Notiziario Tecnico Telecom Italia», Anno 5, n. 2, settembre 1996, pp. 81-96.
- [2] Izzo, P.; Pasquini, V.: *Facsimile: indicatori di qualità nella normativa internazionale*. Su questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».
- [3] *FAX-QUEST (FAX Quality Evaluation System for Telephone service*. Ver. 1.6.2, KDD. Edizione 1993.
- [4] *Sistema di analisi della qualità dei Fax (FQA)*. STAER, gennaio 1996.
- [5] *Sistema di Monitoraggio Traffico Artificiale Fax (QTAF) - Specifiche funzionali*. Telecom Italia DG DRE/Q, edizione giugno 1996.
- [6] *Sistema di Monitoraggio del traffico Fax (SMTF) - Specifiche funzionali*. Telecom Italia DG DRE/Q, edizione ottobre 1995.
- [7] *Sistema di Monitoraggio del traffico Fax (SMTF)*. Necsy, edizione dicembre 1995.
- [8] *In Service Non - Intrusive Measurement Device - Voice Service Measurements*. Raccomandazione ITU-T P.561.
- [9] *Sistema per misure non intrusive delle prestazioni di rete - M364 - Descrizione del sistema*. Necsy, 1995.
- [10] *Sistema di monitoraggio in servizio non intrusivo per la valutazione delle prestazioni di rete - M282 Plus - Descrizione di prodotto*. Necsy, 1994.

La biografia degli autori Piero Izzo e Vincenzo Pasquini è riportata a pagina 72 di questo stesso numero del «Notiziario Tecnico Telecom Italia».



Raoul Pieroni ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Firenze meritando la lode. Assunto in SIP nel 1979, si è occupato di progettazione di autocommutatori e gestione degli impianti presso la sede di Firenze. Nel 1992 ha assunto la responsabilità dell'esercizio presso la stessa sede. Dal luglio 1996 opera in Direzione Generale come responsabile del settore Apparati di Trasmissione e Cavi della Linea Esercizio e Gestione Operativa. Nel 1987 ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Elettronica e dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Padova.

L'energia e le sue problematiche

Accumulatori per telecomunicazioni

MAURIZIO GROSSONI
FRANCESCO PALMISANO

L'energia nelle telecomunicazioni si misura soprattutto in termini di qualità. In un articolo pubblicato in precedenza su questa rivista si sono già messi in luce concetti fondamentali dell'alimentazione, quali la continuità e l'affidabilità che essa deve garantire. In queste pagine l'attenzione è posta sugli accumulatori di energia, anello essenziale della catena di alimentazione: in un sistema di telecomunicazioni che voglia garantire la continuità del servizio, l'accumulatore deve essere estremamente affidabile e di facile manutenzione. L'evoluzione dei sistemi, come della cultura della fornitura del servizio, stanno modificando le scelte di base finora operate nel campo della alimentazione che hanno cominciato a far giocare un ruolo di sempre maggior rilievo agli accumulatori di energia. A questo si accompagna la crescita delle tecnologie di accumulo di energia molto recenti, che riducono costi, necessità di manutenzione e ingombri, favorendo un impiego più semplice degli accumulatori nelle nuove strutture di rete. Quanto esposto in questo articolo può essere un primo riferimento per coloro che non hanno avuto modo di approfondire gli ultimi sviluppi del settore, mentre si rimanda alla letteratura specializzata per ulteriori approfondimenti al riguardo.

1. Introduzione

L'utilizzo degli accumulatori nel campo delle telecomunicazioni nasce dall'esigenza di continuità nella fornitura del servizio: per poterla garantire in tutte le condizioni occorre disporre di una riserva di energia sempre disponibile e che possa essere sostituita a quella fornita dalla rete di alimentazione pubblica tradizionale senza soluzione di continuità. La macchina elettrica che presenta queste caratteristiche è l'accumulatore.

Con il termine accumulatori si indicano i generatori elettrochimici nei quali, per effetto di reazioni chimiche interne, si realizza la conversione diretta da energia elettrochimica ad elettrica. A differenza dalle pile (dette anche celle primarie), negli accumulatori il processo di conversione dell'energia da chimica ad elettrica è un processo reversibile: infatti, è possibile reintegrare la carica ceduta riconvertendo i composti chimici formati durante la scarica in quelli originari. Gli accumulatori sono dunque contraddistinti dalla possibilità di "accumulare" energia elettrica e renderla disponibile "in tempo reale" quando necessario. Con l'impiego di accumulatori è infatti possibile realizzare un sistema di alimentazione autonomo ad erogazione immediata e ad alta affidabilità.

Per questa caratteristica gli accumulatori trovano largo impiego in tutte le applicazioni dove la garanzia

di continuità di erogazione di energia elettrica sia critica. Tra queste applicazioni, una delle più importanti riguarda l'alimentazione degli apparati per telecomunicazioni.

2. Tipi di accumulatori

2.1 Premessa

Sono oggi normalmente impiegate numerose tipologie di accumulatori che si differenziano tra loro per la tecnologia costruttiva e per le caratteristiche tecniche.

Una prima grossa distinzione fra i vari tipi di accumulatori può essere fatta sulla base delle prestazioni ad essi richieste. Nel campo delle telecomunicazioni ad esempio, un accumulatore deve essere in grado di fornire, quando richiesto, una corrente pressoché costante per lunghi periodi, in quanto i carichi da alimentare sono prevalentemente del tipo a potenza (quasi) costante. Durante periodi di normale funzionamento dell'impianto di telecomunicazioni, l'accumulatore è mantenuto in carica per compensare il fenomeno dell'autoscarica. Questo tipo di prestazione è chiamata "stazionaria".

Altri campi di applicazione degli accumulatori prevedono scariche molto rapide con elevati valori di cor-

rente - non necessariamente costante - per brevi periodi. Un tipico esempio di questa applicazione nella vita quotidiana è quello degli accumulatori per l'avviamento del motore presenti sulle autovetture. Nelle pagine che seguono si farà riferimento quasi esclusivamente ad accumulatori di tipo stazionario per telecomunicazioni, con qualche riferimento a quelli di tipo non stazionario impiegati su apparati mobili per telecomunicazioni. Molte delle indicazioni riportate, tuttavia, sono valide indipendentemente dal contesto o dal tipo di applicazione.

2.2 Caratteristiche di base

Il nucleo base di un accumulatore è la cella (elemento di accumulatore), costituita da tre componenti principali:

- l'elettrodo negativo o anodo che rilascia elettroni nel circuito esterno;
- l'elettrodo positivo o catodo che riceve elettroni dal circuito esterno;
- l'elettrolito che funge da conduttore ionico all'interno della cella.

Gli elettrodi sono normalmente di tipo solido. L'elettrodo negativo è in genere costituito da un metallo, quello positivo da un ossido metallico. Gli elettrodi positivi e negativi sono isolati elettricamente tra loro mediante un separatore.

L'elettrolito è generalmente costituito da una soluzione liquida ad elevata conducibilità ionica.

I diversi tipi di accumulatori sono caratterizzati dalla natura degli elettrodi utilizzati - coppia elettrochimica - e da essa assumono la denominazione. Alcuni di questi accumulatori, quali ad esempio quelli al piombo e alcuni tipi di accumulatori alcalini e al litio, sono disponibili ad un livello tecnologico e di commercializzazione ormai consolidato; altri sono tuttora in fase di miglioramento.

La tabella 1 riassume i principali tipi di accumulatori disponibili o in fase avanzata di sviluppo, nonché le loro principali caratteristiche.

mi anni, con la progressiva diffusione di apparecchiature mobili, anche gli accumulatori alcalini (Ni-Cd, Ni-MH) e quelli al litio hanno cominciato ad essere impiegati nel settore delle telecomunicazioni.

Un aspetto molto importante connesso all'impiego degli accumulatori è quello legato all'impatto ambientale, e in particolare ai materiali costituenti sia per quanto riguarda la disponibilità come materie prime, sia per la possibilità di recupero delle stesse materie dagli accumulatori esauriti. Sotto questo punto di vista gli accumulatori di tipo convenzionale sono sensibilmente avvantaggiati in quanto sono già disponibili le infrastrutture necessarie al riciclaggio; questa possibilità vale in particolare per gli accumulatori al piombo.

3. Parametri degli accumulatori

I parametri principali di un accumulatore, a prescindere dalla natura della coppia elettrochimica utilizzata, possono essere così elencati:

- la tensione nominale, espressa in volt [V]: valore convenzionale generalmente prossimo a quello della tensione a circuito aperto (forza elettromotrice) in condizione di piena carica;
- la capacità, espressa in amperora [Ah]: rappresenta la quantità di carica che l'accumulatore è in grado di erogare e dipende da vari parametri quali, in particolare, il regime di scarica, la tensione di fine scarica, la temperatura. Nelle applicazioni pratiche la capacità nominale è fissata tenendo presente il regime di scarica tipico dell'applicazione cui l'accumulatore è destinato;
- l'energia specifica per unità di massa [Wh/kg];
- l'energia specifica volumetrica [Wh/l];
- il rendimento energetico, espresso in percentuale, determinato dal rapporto tra l'energia erogata in fase di scarica e quella necessaria per ripristinare lo stato di carica iniziale;
- il rendimento amperometrico, determinato dal

Tipo di accumulatore	Sigla	Tensione nominale (V)	Energia specifica		Stadio di sviluppo
			(Wh/kg)	(Wh/l)	
Piombo-acido	Pb	2.0	20÷30	40÷80	industriale
Nichel-Cadmio	Ni-Cd	1.2	30÷50	50÷90	industriale
Nichel-Idruri metallici	Ni-MH	1.2	40÷60	100÷150	industriale per piccole taglie
Litio-Ioni	Li-Ion	2 ÷ 3.6	90÷100	120÷180	industriale per piccole taglie
Litio-polimeri	Li-Pol	2 ÷ 3.6	150÷200	150÷200	ricerca & sviluppo
Zinco-Argento	Ag-Zn	1.5	100÷125	180÷200	industriale per piccole taglie

Tabella 1 Caratteristiche principali degli accumulatori oggi disponibili o in via di approntamento.

Tra i tipi sopra elencati l'accumulatore al piombo continua ad essere quello di gran lunga più utilizzato negli impianti fissi per telecomunicazione. Negli ulti-

mi rapporti tra la quantità di carica erogata durante la scarica e la quantità di carica necessaria per ripristinare lo stato iniziale;

ACCUMULATORI AL PIOMBO/ACIDO

- La coppia elettrochimica maggiormente utilizzata nelle applicazioni di telecomunicazioni è quella piombo/acido. Esistono due tecnologie per la realizzazione di accumulatori basati su questa coppia.
 - **Elettrolito libero:** è costituito da piastre di piombo puro e ossido di piombo (a volte in lega con antimonio per garantire una maggiore robustezza meccanica) immerse in una soluzione acquosa di acido solforico.
 - **Elettrolito immobilizzato:** in questa realizzazione l'acido è immobilizzato, tramite assorbimento, in un materiale inerte o tramite procedimento di gelificazione. Il contatto con la materia attiva delle piastre è assicurato per compressione.

- la resistenza interna, generalmente espressa in mW, indicativa dell'attitudine dell'accumulatore ad erogazioni ad elevata intensità di corrente ed utilizzata principalmente per il dimensionamento di eventuali organi di protezione. A questi parametri vanno aggiunte alcune caratteristiche operative tra le quali le più importanti sono:
 - il profilo della tensione durante la scarica;
 - la dinamica della tensione: tensione massima in carica e tensione minima in scarica;
 - il tasso di autoscarica e cioè la perdita di capacità per unità di tempo in condizioni di riposo;
 - la durata di vita espressa in numero minimo di cicli di carica e di scarica.

4. L'accumulatore al piombo

L'accumulatore al piombo, ad oltre un secolo dalla sua invenzione, è di gran lunga il tipo più diffuso e ha raggiunto un elevato livello di affidabilità. È stato oggetto di una progressiva evoluzione tecnologica che ha portato ad una diversificazione di prodotti, ottimizzati per le varie applicazioni. L'evoluzione è stata particolarmente sensibile nell'ultimo decennio con l'avvento degli accumulatori a ricombinazione regolati da valvola, commercialmente noti come accumulatori ermetici.

L'accumulatore impiega biossido di piombo come materiale attivo all'elettrodo positivo e piombo spugnoso come materiale attivo all'elettrodo negativo. L'elettrolito è costituito da una soluzione di acido solforico.

Sono disponibili accumulatori a cella singola (elementi a 2 V) e accumulatori in esecuzione in monoblocco ai cui terminali esterni è ottenuta la combinazione di più elementi, generalmente collegati in serie, in modo da realizzare moduli con tensioni multiple di 2 V.

L'accumulatore a cella singola, poco compatto per alcune applicazioni come l'avviamento, è particolarmente adatto per applicazioni di telecomunicazioni, dove le esigenze di ingombro e di movimentazione sono minime rispetto a quelle di capacità complessiva e di manutenzione.

4.1 Accumulatori al piombo di tipo convenzionale

L'accumulatore al piombo di tipo convenzionale, tuttora largamente diffuso, si differenzia principalmente nella tecnologia costruttiva della piastra positiva.

Esistono infatti tre tipi di accumulatori:

- a piastre tubolari;
 - a piastre piane;
 - a piastre a grande superficie (Planté).
- Gli accumulatori di tipo convenzionale sono caratterizzati dalla maggiore durata di vita, in particolare in condizioni ambientali non ottimali.
- Essi tuttavia presentano alcuni svantaggi tra i quali:
- il consumo d'acqua con necessità di periodici rabbocchi;
 - il rilascio nell'ambiente, seppure in quantità ridotte, di idrogeno e di esalazioni corrosive;
 - la presenza di elettrolito libero con rischio di fuoriuscita di liquido corrosivo in caso di fratture dell'involucro.

Riguardo al primo punto, nell'ultimo ventennio gli sforzi maggiori sono stati rivolti proprio a minimizzare la perdita d'acqua, il cui rabbocco costituisce una parte molto onerosa della manutenzione di un impianto di alimentazione per telecomunicazioni. L'affinamento delle leghe di piombo, e, in particolare, la riduzione del tenore di antimonio, ha dato un deciso contributo a contenere queste perdite: le leghe infatti, che sono necessarie per garantire una maggiore robustezza al piombo, materiale meccanicamente non in grado di sostenere le sollecitazioni meccaniche ed elettrochimiche che si producono durante le fasi di costruzione e durante la carica e la scarica, producono infatti la dissociazione elettrolitica dell'acqua, contribuendo al suo consumo.

Riguardo agli ultimi due svantaggi sopra citati, la presenza di gas o liquidi nocivi costringe gli utilizzatori a posizionare gli accumulatori in locali separati e appositamente attrezzati, con evidente aumento dei costi.

Una soluzione a questi problemi, come anche a quello delle perdite d'acqua, è rappresentata dalla tecnologia a ricombinazione trattata successivamente in questo stesso articolo (paragrafo 4.2).

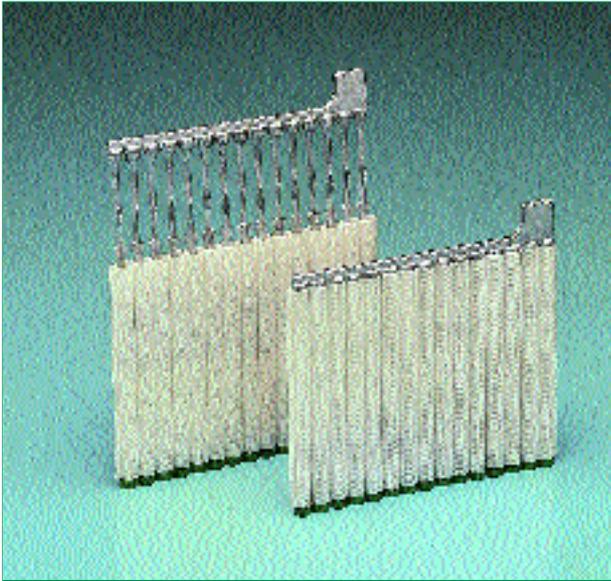


Figura 1 Piastre positive tubolari.

4.1.1 Accumulatori a piastre tubolari

In ambito europeo l'accumulatore a piastra tubolare è di gran lunga il più diffuso. Questa tecnologia consente infatti di ottenere migliori caratteristiche in termini di prestazioni e di durata di vita, unitamente ad un costo relativamente contenuto. L'accumulatore è costituito da una pluralità di tubetti cilindrici complanari (guaina) che contengono il materiale attivo e da un'anima collettore (griglia spina, figura 1). Le piastre negative sono invece di tipo piano e costituite da una griglia a struttura reticolare sulla quale è riportato il materiale attivo (mediante spalmatura).

Gli accumulatori a piastre tubolari sono realizzati in contenitori di forma prismatica, generalmente in resine termoplastiche, in esecuzione ad elemento singolo (figura 2) o in monoblocco⁽¹⁾ (figura 3) con taglie di capacità che variano dalle decine di amperora fino alle migliaia di amperora.

4.1.2 Accumulatori a piastre piane

Gli accumulatori a piastre piane, diffusi nel mercato nord americano, sono caratterizzati da una durata di vita leggermente inferiore. Essi presentano una resistenza interna minore rispetto a quelli con piastre

tubolari e sono perciò utilizzati per erogare correnti elevate con autonomie ridotte, come, ad esempio, nel caso dell'alimentazione dei gruppi di continuità.

Anche questi accumulatori, negli ultimi decenni, sono stati oggetto di un'evoluzione tecnologica che è sostanzialmente consistita nell'introduzione di leghe piombo/calcio e che ha comportato una drastica riduzione del consumo d'acqua.

4.1.3 Accumulatori a piastre Planté

Gli accumulatori con piastre positive di tipo Planté, fra le prime tecnologie realizzate e largamente utilizzati nel passato, sono sempre meno diffusi a causa soprattutto del costo elevato. La conformazione geometrica delle piastre è di tipo lamellare, per ottenere il massimo della superficie esposta all'acido. Questa caratteristica rende gli accumulatori Planté particolarmente indicati per regimi di scarica veloci, dove debbano rapidamente essere erogate correnti elevate. Nelle telecomunicazioni sono state sostituite da batterie di altra costituzione e con altre prestazioni.

4.2 Accumulatori al piombo a ricombinazione

4.2.1 Generalità

Gli accumulatori a ricombinazione sono caratterizzati dal fatto che, grazie a particolari soluzioni progettuali e costruttive illustrate più avanti, in essi viene inibita la reazione secondaria di elettrolisi dell'ac-

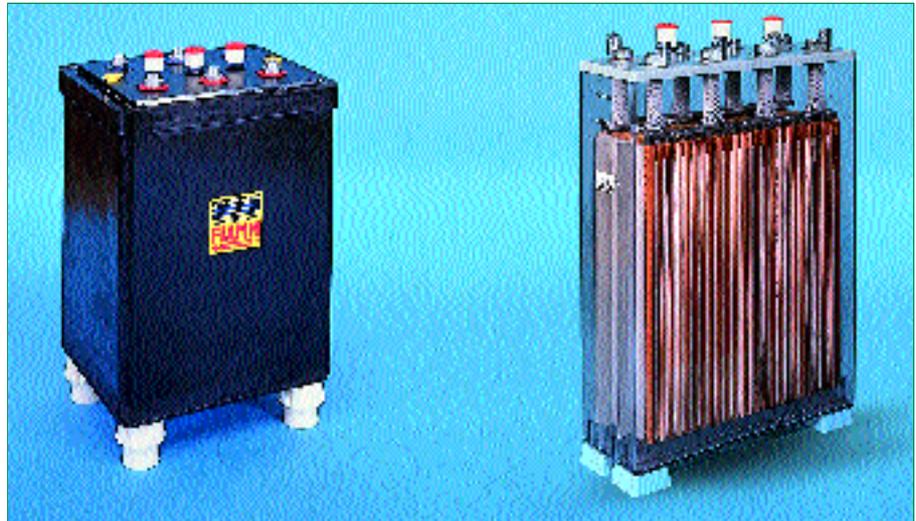


Figura 2 Elementi singoli con piastre positive tubolari. Da sinistra, SMC (2V/4500 Ah), SMZ-A (2V/3000 Ah).

qua e quindi il suo conseguente consumo. Per ottenere la ricombinazione di idrogeno e ossigeno in acqua, è necessario intervenire sul fattore che la limita e cioè la presenza di elettrolito liquido libero. Per questo motivo l'accumulatore a ricombinazione è caratterizzato dall'assenza di elettrolito in fase liquida libera. Questo accorgimento comporta l'eliminazione di alcuni svantaggi dell'accumulatore convenzionale quali il rischio di fuoriuscite di liqui-

⁽¹⁾ Singolo contenitore a più elementi.

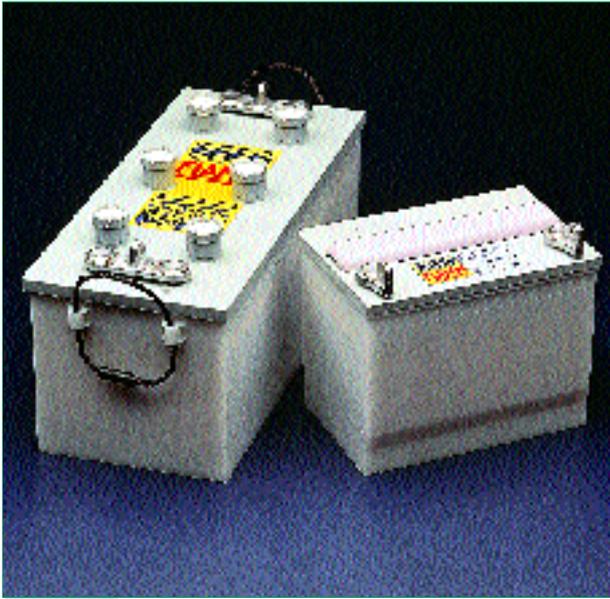


Figura 3 Accumulatori monoblocco con piastre positive tubolari. Da sinistra, 6 PMF 300 (6V/300 Ah), 12 PFM 50 (12V/50 Ah).

do corrosivo ad alta conducibilità elettrica e la necessità di collocazione esclusivamente verticale.

Gli accumulatori a ricombinazione disponibili nel mercato si differenziano per la tecnologia impiegata:

- ad elettrolito assorbito *AGM* (*Absorbed Glass Mat*);
- ad elettrolito immobilizzato o gelificato (*GEL*).

A differenza degli accumulatori convenzionali, che, come osservato precedentemente, si differenziano in base alle caratteristiche della piastra positiva, i diversi tipi di accumulatori a ricombinazione differiscono per il metodo di immobilizzazione dell'elettrolito.

Gli accumulatori a ricombinazione, in funzione delle loro caratteristiche tecnologiche e progettuali, presentano comportamenti differenziati in termini di prestazioni, durata e affidabilità. Essi sono in generale maggiormente sensibili di altri alle condizioni di servizio e risentono in modo particolare degli effetti negativi che le alte temperature hanno sulle reazioni

chimiche interne.

4.2.2 Principio di funzionamento

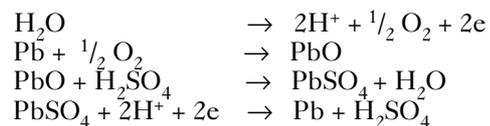
Durante la ricarica di un accumulatore al piombo si verificano reazioni secondarie tra le quali la principale è la dissociazione dell'acqua nei suoi costituenti idrogeno e ossigeno, rispettivamente alla piastra negativa e a quella positiva, schematicamente rappresentata dalla reazione:



Questa reazione ha, come già si è detto, una serie di effetti negativi quali:

- una progressiva perdita di acqua, con la necessità di ripristino;
- uno sviluppo di gas idrogeno, potenzialmente pericoloso;
- esalazioni corrosive per il trasporto di soluzione elettrolitica.

Per evitare i primi due effetti negativi è necessario anzitutto inibire la reazione di elettrolisi dell'acqua, impedendo lo sviluppo di idrogeno alla piastra negativa. Questa inibizione è ottenibile se questa piastra riceve un apporto di ossigeno in quantità sufficiente a far prevalere la formazione di ossidi di piombo anziché lo sviluppo di idrogeno. Gli ossidi, in presenza dell'elettrolito, sono trasformati in solfati (parziale scarica) e, per effetto della corrente di carica, ritrasformati in piombo spugnoso. Il bilancio netto è la riconversione in acqua dell'ossigeno, sviluppato durante la ricarica, unito all'idrogeno dissociato in forma ionica. Il ciclo di ricombinazione suddetto è sinteticamente rappresentato dalle seguenti reazioni:



Questa reazione chimica non si realizza in un accumulatore convenzionale ad elettrolito libero in

TECNOLOGIE PER GLI ACCUMULATORI A RICOMBINAZIONE

- Nella tecnologia ad elettrolito assorbito il trasferimento dell'ossigeno avviene attraverso le porosità presenti in uno speciale separatore - generalmente costituito da microfibre di vetro - che, pur avendo una notevole capacità di assorbimento della soluzione elettrolitica liquida, non risulta essere saturo, grazie alla sua particolare struttura.
- Nella tecnologia ad elettrolito gelificato sono introdotti alcuni additivi all'elettrolito, per fargli assumere una consistenza gelatinosa. Nella massa gelatinosa si verifica la progressiva formazione di microfessure attraverso le quali può diffondere l'ossigeno. Questa generazione di microfessure si sviluppa rapidamente durante il primo periodo di servizio e permette di massimizzare le reazioni di ricombinazione.

quanto l'apporto di ossigeno gassoso alla piastra negativa è inibito dalla bassissima capacità di diffusione nella soluzione liquida (elettrolito). Per realizzare un accumulatore a ricombinazione è pertanto necessario intervenire nella soluzione elettrolitica in modo da favorire il trasferimento dell'ossigeno gassoso verso la piastra negativa e garantire nel contempo la funzione vitale di mezzo di trasporto di cariche elettriche nelle reazioni di carica e scarica. Come accennato precedentemente, le due tecnologie che realizzano questa funzione sono quella ad elettrolito assorbito (AGM) e la tecnologia ad elettrolito gelificato (GEL). Esse sono sinteticamente descritte nel seguito.

4.3 Accumulatori ad elettrolito assorbito - AGM

4.3.1 Caratteristiche costruttive

In un accumulatore di tipo AGM l'elettrolito è completamente assorbito nello speciale separatore. Esso mantiene cioè la fase liquida senza la presenza di liquido libero.

Naturalmente per realizzare un accumulatore a ricombinazione non è sufficiente la mera adozione di uno speciale separatore: si devono infatti effettuare interventi sia per favorire la ricombinazione dell'ossigeno e dell'idrogeno, sia per evitare effetti collaterali di tipo chimico e meccanico. Tra questi interventi quelli più significativi sono:

- l'uso, per le griglie, di leghe che siano elettrochimicamente pure e tali da limitare lo sviluppo gassoso per reazioni secondarie parassite;

- l'isolamento della cella, con l'adozione di uno speciale sistema a valvola unidirezionale, dall'ambiente esterno e, in particolare, dall'ossigeno atmosferico che altererebbe l'equilibrio del sistema;
- la cura particolare del progetto e della scelta dei componenti, quali, ad esempio, i contenitori e i passaggi polari a tenuta ermetica.

La mancanza di elettrolito libero comporta una limitazione del volume di elettrolito all'interno della cella e, perciò, il quantitativo di acido solforico necessario per l'equilibrio elettrochimico (per ogni Ah erogato da una cella al piombo sono necessari 3,66g di acido solforico) è assicurato mediante l'aumento della densità dell'acido in soluzione.

L'apporto di acido solforico durante la reazione di scarica è garantito principalmente dal separatore, che deve essere in diretto contatto con la materia attiva. Per questo motivo l'accumulatore di tipo AGM è realizzato esclusivamente con piastre piane. È necessario inoltre conferire una sufficiente compressione al gruppo piastre/separatore in modo da mantenere il contatto in tutte le condizioni di esercizio. La tendenza alla stratificazione dell'elettrolito è un fenomeno importante che pone vincoli allo sviluppo in altezza della cella; per ovviare all'inconveniente le soluzioni adottate sono due: lo sviluppo in larghezza tramite il raggruppamento di molte piastre di altezza ridotta o il vincolo a disporle orizzontalmente.

Ogni accumulatore a ricombinazione di ossigeno deve essere dotato di una valvola a tenuta ermetica che impedisca l'ingresso di ossigeno atmosferico. L'efficienza della ricombinazione, pur essendo elevatissima, non è completa e si ha perciò sviluppo di gas, sebbene in

MANTENIMENTO E RICARICA

Durante il suo normale ciclo di vita, l'accumulatore fornisce, quando richiesto, l'energia necessaria al funzionamento degli impianti ad esso collegati, perdendo parte della carica accumulata. Esso tende inoltre a modificare, con il passare del tempo, lo stato di carica iniziale a causa di reazioni chimiche spontanee che danno luogo al fenomeno dell'autoscarica anche in assenza di erogazione. Questa carica deve essere reintegrata facendo scorrere della corrente attraverso l'accumulatore per invertire le reazioni chimiche che ne hanno causato la perdita.

Durante il normale funzionamento quindi è necessario imporre costantemente, ai capi dell'accumulatore, una differenza di potenziale capace di indurre una corrente sufficiente a reintegrare la carica perduta per autoscarica. Questa tensione è detta tensione di mantenimento e assume valori diversi a seconda del tipo di accumulatore. Quando invece è necessario recuperare maggiori quantità di carica, si agisce diversamente a seconda che la tecnologia dell'accumulatore sia a elettrolito libero o a elettrolito immobilizzato. Nel primo caso è possibile aumentare il valore della tensione imposta in modo da ottenere una ricarica più rapida; nel secondo è opportuno, anche in questa fase, non discostarsi dalla tensione di mantenimento.

	Elettrolito libero	AGM*	GEL*
Tensione di mantenimento	2,22V/elemento	2,27V/elemento	2,23V/elemento
Tensione di ricarica	2,24V/elemento		

* Variabile con la temperatura

MANUTENZIONE DEGLI ACCUMULATORI

La perdita d'acqua per elettrolisi negli accumulatori tradizionali a elettrolito libero comporta non trascurabili oneri di manutenzione. È necessario infatti conservare le piastre positive e negative costantemente immerse nella soluzione acida, non solo per garantire la massima efficienza, ma anche per evitare processi di ossidazione che comprometterebbero le caratteristiche della materia attiva.

Gli accumulatori ad elettrolito immobilizzato riducono notevolmente la perdita di acqua, portando la manutenzione a livelli minimi. Il prezzo da pagare è un minore controllo sullo stato di salute di un accumulatore ermetico, il quale non può essere ispezionato per verificarne lo stato di carica tramite la misura della densità dell'elettrolito.

In passato la scelta dell'impiego dei diversi tipi di accumulatori è stata fortemente influenzata da tradizioni consolidate e dall'esperienza accumulata dagli utilizzatori. Oggi, anche nel campo degli accumulatori convenzionali, i criteri di progettazione e di realizzazione sono finalizzati a diversificare i prodotti in funzione delle applicazioni.

È sempre più sentita inoltre l'esigenza di ridurre al massimo i costi di manutenzione, soprattutto in quelle applicazioni, come le telecomunicazioni, dove gli impianti sono distribuiti su vaste aree territoriali e subiscono condizioni climatiche diversificate.

minima quantità. Questo sviluppo si determina in particolare quando l'accumulatore lavora fuori dalle condizioni ambientali ottimali. La valvola, oltre a impedire l'accesso di ossigeno dall'ambiente esterno, deve quindi prevenire la generazione di pressioni interne eccessive. Una valvola di questo tipo è chiamata a svolgere una funzione critica e la costanza di comportamento, ad essa relativa, nell'arco della durata di vita di un accumulatore è un elemento di particolare importanza.

4.3.2 Caratteristiche di esercizio

Le diverse caratteristiche costruttive dell'accumulatore AGM, rispetto ad uno di tipo convenzionale, si riflettono, in esercizio, in un leggero aumento delle tensioni di mantenimento, nella eliminazione del rabbocco e nella maggiore libertà di installazione per l'assenza di liquido libero. Di contro, per la sua intrinseca costituzione in un accumulatore di questo tipo non è possibile verificare lo stato di carica tramite la misura della densità dell'elettrolito. È inoltre importante sottolineare la necessità dell'attenzione che deve essere posta alle problematiche di sicurezza, considerando la maggiore libertà di installazione, che, in molti impieghi, consente di eliminare il locale dedicato.

4.3.3 Gamma di prodotti AGM

L'accumulatore di tipo AGM (figura 4) ha segnato una tappa significativa nell'evoluzione dell'accumulatore al piombo. Per le sue caratteristiche, quali l'elevata compattezza, l'attitudine alle scariche rapide ad alta erogazione di corrente, ha trovato una larghissima diffusione ed è oggi disponibile in taglie che vanno da qualche decimo fino a qualche migliaio di amperora. Questa elevata elasticità di impiego ha dato origine ad una diversificazione estrema dei prodotti che sono stati realizzati senza alcuna standardizzazione dimensionale e che quindi hanno causato anche un certo disorientamento tra gli utilizzatori.

Nella produzione AGM si possono distinguere vari

tipi di prodotti caratterizzati da diversi criteri di progettazione, costruttivi e applicativi così classificabili (ripresi dalla guida EUROBAT):

- prodotto ad alta sicurezza (high integrity);
- prodotto ad alte prestazioni (high performance);
- prodotto per un impiego generalizzato (general purpose);
- prodotto commerciale standard (consumer).

Nelle applicazioni per telecomunicazioni è generalizzato l'impiego di accumulatori ad alta sicurezza in quanto contraddistinti dalle migliori caratteristiche in termini di disponibilità e di durata.

4.4 Accumulatori ad elettrolito gelificato - GEL

4.4.1 Caratteristiche costruttive

Un accumulatore di tipo GEL presenta caratteristiche costruttive che non differiscono in modo sensibile da uno convenzionale. Si ottiene in questo caso un vantaggio notevole in termini di intercambi-

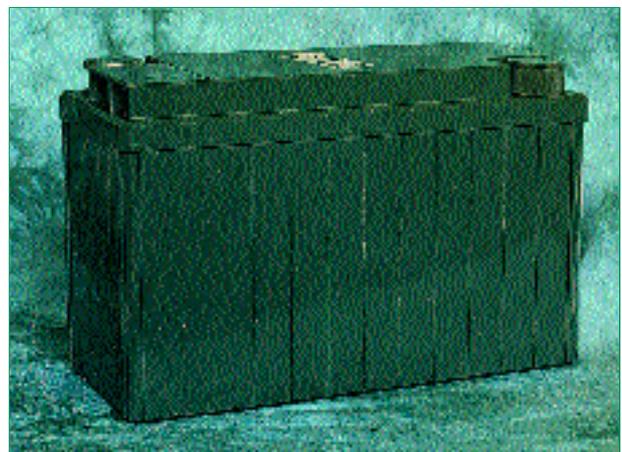


Figura 4 Accumulatore monoblocco di tipo AGM 2VRA 500 (2V/500 Ah).

CONFRONTO FRA ACCUMULATORI	Caratteristiche						
	<i>Pb</i>	<i>Ni-CD</i>	<i>Ni-MH</i>	<i>Li-Ion</i>	<i>Li-Pol</i>	<i>Ag-Zn</i>	
<p>Effettuare una comparazione fra accumulatori di diverse tecnologie è poco significativo, a causa delle diverse attitudini, condizioni operative e taglie disponibili. Tuttavia la tabella riassume alcune valutazioni qualitative sulle caratteristiche salienti dei tipi oggi più frequentemente utilizzati.</p> <p>Legenda</p> <p>++ buono - sufficiente + discreto -- negativo</p>	<i>Densità di energia volumetrica</i>	-	-	+	++	++	++
	<i>Densità di energia ponderale</i>	-	+	++	++	++	++
	<i>Attitudine al servizio ciclico</i>	+	++	++	+	+	--
	<i>Autoscarica</i>	+	-	-	++	+	+
	<i>Costo</i>	++	+	-	-	-	--
	<i>Impatto ambientale</i>	++	--	+	+	+	-
	<i>Affidabilità</i>	++	++	+	+	+	+
	<i>Sicurezza</i>	++	+	++	--	-	+
	<i>Disponibilità in commercio</i>	++	++	+	+	-	-

biabilità con i prodotti esistenti, pur potendo così usufruire dei miglioramenti ottenibili con la tecnologia a ricombinazione. A conferma di questa caratteristica è possibile mantenere la configurazione della piastra tubolare (con la tecnologia AGM questo non è possibile) e quindi realizzare, in esecuzione GEL, tutta la gamma di prodotti già largamente diffusi e standardizzati sul mercato.

La gelificazione dell'elettrolito è un processo critico, che va visto in combinazione con il processo completo di costruzione e attivazione dell'accumulatore. L'agente gelificante generalmente adottato è costitui-

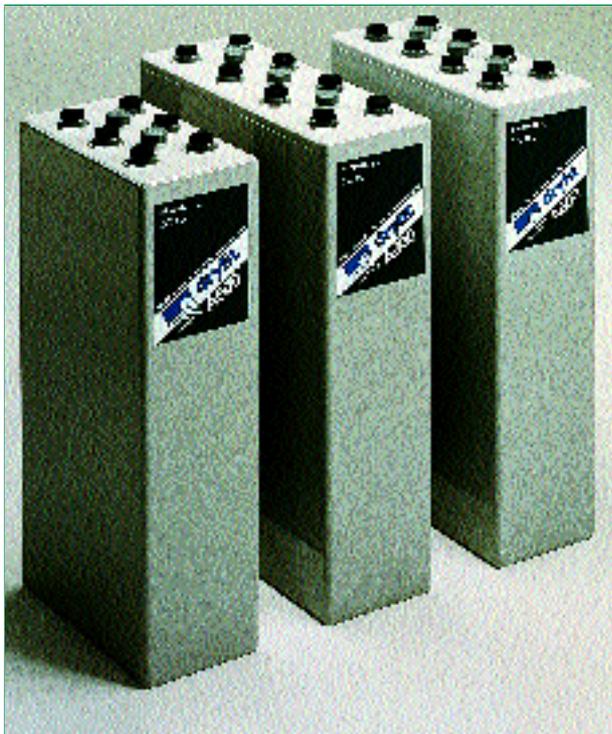


Figura 5 Elementi singoli di tipo GEL DRYFIT A600. Da sinistra, 2V/2000 Ah, 2V/3000 Ah e 2V/2500 Ah.

to da silice pirolytica ad elevatissima area superficiale che, opportunamente dispersa nella soluzione di acido solforico, conferisce la consistenza gelatinosa. I processi realizzativi degli accumulatori GEL sono diversi a seconda del costruttore.

Anche per un accumulatore di tipo GEL si devono naturalmente adottare le "precauzioni" costruttive viste per il tipo AGM: leghe, componenti, esecuzione sigillata, valvola unidirezionale.

4.4.2 Caratteristiche di esercizio

Da quanto si è detto nei paragrafi precedenti, si può dedurre che il prodotto GEL si differenzia in misura minore di quello AGM dal prodotto convenzionale per quanto riguarda l'installazione e le condizioni di esercizio. Anche per un accumulatore di questo tipo non risulta possibile però verificare lo stato di carica tramite la misura della densità dell'elettrolito.

4.4.3 Gamma di prodotti GEL

L'accumulatore di tipo GEL (figura 5) è ormai largamente diffuso nel mercato europeo: sono infatti disponibili sia accumulatori con piastre piane, normalmente per taglie di capacità basse e medie (decine di amperora) sia accumulatori con piastre tubolari, di capacità elevata (fino ad alcune migliaia di amperora).

5. Altri accumulatori

5.1 Accumulatori alcalini

Gli accumulatori alcalini assumono la loro denominazione dal tipo di soluzione elettrolitica utilizzata, che normalmente è idrossido di potassio. L'elettrodo positivo è costituito da idrossido di nichel, quello negativo da metalli diversi quali ad esempio cadmio, ferro, zinco.

Tra i diversi tipi di accumulatori alcalini quello al

nichel-cadmio è di gran lunga il più diffuso. Esso è caratterizzato da buone prestazioni e da un costo relativamente elevato.

Come per gli accumulatori al piombo, anche nel sistema Ni-Cd sono state sviluppate varie tecnologie. Tra queste si segnalano i tipi ad alte prestazioni con piastre sinterizzate⁽²⁾.

Sono disponibili anche i tipi a ricombinazione sia con elettrodi sinterizzati sia con elettrodi con struttura a fibra.

Negli ultimi anni gli sviluppi di questi accumulatori si sono concentrati sulla possibilità di eliminare il cadmio, materiale altamente inquinante, e sul miglioramento delle prestazioni, in particolare sull'incremento dell'energia specifica ponderale, assai importante in tutte le applicazioni per terminali mobili. Queste ricerche hanno portato al sistema costituito da nichel-idruri metallici (Ni-MH), caratterizzato da un elettrodo negativo costituito da composti metallici (in luogo del cadmio) sui quali è "immagazzinato" idrogeno sotto forma di idruri.

Gli accumulatori Ni-MH presentano una densità di energia superiore del 30 per cento circa rispetto a quelli al Ni-Cd, mentre analoghe sono le altre caratteristiche.

Sono già disponibili in commercio accumulatori con taglie di capacità dalle decine di mAh fino a qualche Ah. Le limitazioni di questa tecnologia, soprattutto in termini di taglie disponibili, hanno relegato l'uso di questi accumulatori quasi esclusivamente agli apparati mobili per telecomunicazioni.

La durata di vita degli accumulatori al Ni-Cd si aggira, in funzione delle condizioni ambientali e di utilizzo, intorno ai 1.500 cicli di carica e scarica. Quella degli accumulatori al Ni-Fe scende a meno di 1.000 cicli, mentre quella degli accumulatori Ni-Zn è di molto inferiore ai 300 cicli.

5.2 Accumulatori al litio

Per le caratteristiche intrinseche del litio (elevata tensione di cella, elevata energia specifica) l'attività di ricerca e sviluppo in campo elettrochimico si è concentrata in questi anni su accumulatori derivati da questo metallo. Essi tuttavia sono tuttora caratterizzati da alcune limitazioni, consente oltre che dal fattore costo, anche dall'affidabilità e dalla sicurezza: si ricorda infatti che il litio presenta elevati rischi di infiammabilità a contatto con l'aria. Le prestazioni degli accumulatori al litio sono decisamente superiori a

quelle degli accumulatori al Ni-Cd, soprattutto in termini di energia specifica volumetrica e per unità di massa. È possibile ottenere capacità circa doppie a parità di peso e di volume. La durata di vita si mantiene viceversa nell'intorno dei 500 cicli di carica e scarica.

5.3 Altri sistemi di accumulo

Altri sistemi di accumulo impiegati nelle applicazioni di telecomunicazione, tuttora a livello sperimentale, sono gli accumulatori ad alta temperatura, quali sodio-zolfo (Na-S) e zinco-bromo (Zn-Br). Gli accumulatori ad alta temperatura, pur essendo caratterizzati da ottime prestazioni (assenza di autscarica, rendimento amperometrico quasi unitario, elevato rendimento energetico, lunga durata di vita), presentano ancora notevoli problemi in termini di affidabilità e di sicurezza di esercizio.

6. Confronti internazionali

In passato la scelta dell'impiego dei diversi tipi di accumulatori è stata particolarmente influenzata da tradizioni consolidate e dall'esperienza acquisita gra-

	Stati Uniti d'America	BT	DT	FT	TI	Giappone
<i>Planté</i>		X				
<i>Tubolare</i>			X		X	X
<i>Piana</i>	X (normale + round cell)			X		
<i>AGM</i>	X	X	X	X	X	X
<i>GEL</i>			X		X	X (poche)

Tabella 2 Tecnologie normalmente utilizzate dai principali gestori di TLC.

dualmente dagli utilizzatori. Oggi anche nel campo degli accumulatori convenzionali i criteri di progettazione ed esecutivi sono finalizzati a diversificare i prodotti in funzione delle diverse applicazioni. Nel campo delle telecomunicazioni la scelta del tipo di accumulatore al piombo è ancora influenzata, oltre che dalle caratteristiche peculiari della prestazione richiesta, da fattori storici e locali, con una diversificazione netta area per area. In ambito Europeo il tipo più diffuso è certamente quello a piastre tubolari. Il tipo Planté, diffuso nel passato, è tuttora diffuso solo localmente in alcune aree di influenza tedesca o anglosassone. Nel Nord America è invece diffuso il tipo a piastre piane. Nel resto del mondo sono utilizzati i vari tipi a seconda della sfera di influenza di queste aree.

La tabella 2 compendia le tecnologie maggiormente utilizzate da alcuni gestori pubblici dei Paesi più industrializzati; dalla sua lettura si possono individuare le differenti scelte operate. Emerge tuttavia

⁽²⁾ Sinterizzazione: procedimento mediante il quale si deposita, sulle griglie delle piastre, materia attiva in forma granulare e lo si compattava ad elevata temperatura.

una certa convergenza sulla tecnologia AGM, impiegata praticamente da tutti i gestori di telecomunicazioni pubbliche con i quali generalmente Telecom Italia si confronta.

7. Le scelte di Telecom Italia

Negli impianti di Telecom Italia sono largamente utilizzati gli accumulatori stazionari al piombo/acido. Questa scelta, determinata da motivazioni tecniche ed economiche, ha origini lontane nel tempo: infatti già le Società che hanno costituito prima SIP e poi Telecom Italia, utilizzavano questo tipo di accumulatore. Più specificatamente dalla prima metà degli anni Sessanta furono impiegati diffusamente accumulatori caratterizzati da piastre positive tubolari.

Oggi, in oltre 10 mila centrali, sono installate più di 20 mila batterie di accumulatori tubolari (figura 6) con capacità nominale compresa fra 100Ah e 36.000Ah (3x12.000Ah).



Figura 6 *Installazione di batterie di accumulatori a piastre tubolari.*

Dagli inizi degli anni Ottanta Telecom Italia utilizza, anche accumulatori a ricombinazione, sia del tipo AGM, sia del tipo GEL. Questi accumulatori sono impiegati nelle installazioni presso i clienti o negli impianti remoti e, più in generale, in tutti gli impianti nei quali, non essendo disponibile un locale apposito, è necessario installare l'accumulatore in presenza di apparati per telecomunicazioni. Oggi sono impiegate circa 10 mila batterie di accumulatori di tipo AGM (figura 7), con capacità comprese fra 15Ah e 1.000Ah, e circa mille batterie di accumulatori del tipo GEL, con capacità comprese fra 600Ah e 3.000Ah.

Gli accumulatori tubolari a elettrolito libero hanno mostrato negli anni il più elevato grado di qualità e di affidabilità rispetto agli altri, sia per quanto riguarda la percentuale di elementi difettosi, sia per la vita media del singolo elemento. La maggior parte dei difetti sono comunque imputabili a cause meccaniche (fessurazioni nei contenitori) o a cattiva manutenzione. La vita riscontrata in esercizio è risultata molto eleva-

ta (fino a 15 anni), in accordo con quanto dichiarato dal costruttore.

Riguardo agli accumulatori AGM, la vita rilevata negli impianti di Telecom Italia è sensibilmente inferiore a quella dichiarata, attestandosi intorno ai cinque anni. È stata inoltre riscontrata una scarsa uniformità dei singoli elementi; è quindi possibile presumere che miglioramenti del processo tecnologico portino all'allungamento della vita utile. Gli accumulatori in tecnologia AGM sono poi particolarmente sensibili alle condizioni climatiche e possono deteriorarsi se esposti a temperature diverse da quelle raccomandate, specialmente se non è opportunamente variata la tensione cui vengono mantenuti gli accumulatori per conservarne lo stato di carica. A livello internazionale, comunque, si rileva un generale aumento della durata di vita di questo tipo di accumulatori, causato presumibilmente da una più approfondita conoscenza da parte degli utilizzatori delle sue modalità d'impiego e da un miglioramento dei processi automatici di produzione che limitano le fasi critiche di manipolazione dei materiali. NTT, infatti, dichiara oggi durate di vita superiori a otto anni.

Gli accumulatori di tipo GEL sono stati messi in campo da poco più di tre anni e non esistono perciò dati significativi sulle loro prestazioni nel tempo. Tuttavia le prime analisi sulla durata di vita e sull'affidabilità sembrano essere incoraggianti.

8. Sviluppi futuri

Per quanto riguarda le prospettive circa lo sviluppo di coppie elettrochimiche di tipo innovativo, come è già stato accennato nel paragrafo 5.3, l'attività di ricerca è concentrata verso i sistemi al litio e verso



Figura 7 *Installazione di batterie di accumulatori a tecnologia AGM.*

quelli a nichel-idruri metallici.

Questi sistemi sono oggi penalizzati dai costi decisamente maggiori rispetto a quelli degli accumulatori ora utilizzati sia per il prezzo delle materie prime sia a causa della produzione limitata.

Tra i vari sistemi al litio uno dei più promettenti è certamente il sistema litio-ioni. Esso è infatti caratterizzato da valori di energia e potenza specifica decisamente superiori alle coppie elettrochimiche tradizionali. Sono in corso notevoli sforzi per pervenire ad una produzione su scala industriale e per migliorare l'affidabilità e la sicurezza del sistema.

Per l'impiego di questi tipi di accumulatori nelle applicazioni di telecomunicazione in impianti fissi resta ancora da risolvere il problema relativo alla possibilità di produrre sistemi con taglie di capacità superiori a qualche Ah.

9. Conclusioni

Da quanto si è esposto in questo articolo, sembra possibile formulare che nel breve e medio periodo non si intravedono oggi soluzioni alternative agli accumulatori al Piombo/Acido come sistemi di accumulazione di energia per le applicazioni di telecomunicazioni. L'evoluzione della rete di accesso, che vede Telecom Italia fortemente impegnata con il trasporto di segnali a larga banda fino agli utilizzatori finali (progetto Socrate) e che porterà molti cambiamenti all'attuale topologia della rete pubblica di telecomunicazioni: quali la concentrazione delle centrali, il massiccio utilizzo della fibra ottica, la messa in campo di piccoli apparati stradali per la conversione da fibra ottica a cavo coassiale, vedrà come "protagonista della continuità" ancora l'impiego dell'accumulatore al Piombo/Acido, lasciando spazio alle nuove tecnologie solo per applicazioni legate ai terminali mobili o a particolari necessità impiantistiche.

Le telecomunicazioni quindi procederanno ancora per molto tempo al fianco degli accumulatori tradizionali, come d'altronde è stato dalla nascita della telefonia. Una parte della fortuna degli accumulatori è sicuramente dovuta alle telecomunicazioni e forse in qualche misura è valido anche il viceversa. Con gli elementi disponibili è prevedibile (e auspicabile)



Maurizio Grossoni dopo la laurea in Ingegneria Elettrotecnica presso l'università di Roma, consegue un Master in Telecomunicazioni. Nel 1975 entra a far parte del settore Energia della Direzione Generale di Telecom Italia, con la responsabilità dei nuovi sviluppi dei Sistemi di Alimentazione per Telecomunicazioni. Dopo un periodo di tre anni, durante il quale opera presso il settore Pianificazione e Progettazione della rete, nel 1992 diviene responsabile per i Sistemi di Alimentazione presso la Direzione

Generale di Telecom Italia. Le sue attività internazionali, cominciate nel 1979 con la partecipazione ai lavori dell'INTELEC, lo hanno, nel 1980, visto vice relatore nazionale per il GAS 4 del CCITT, con compiti di coordinamento dei gruppi di lavoro sugli accumulatori e sui sistemi ibridi; vice presidente, nel 1989, del comitato organizzativo dell'INTELEC, nonché Presidente del Sotto-Comitato Tecnico EE2 dell'ETSI. È nominato Presidente del Comitato Tecnico EE dell'ETSI nel 1994. Partecipa inoltre a numerosi Comitati in ambito IEC.

quindi che questa lunga simbiosi continui per molto tempo ancora e con vantaggi reciproci.

Nella bibliografia, riportata qui di seguito, sono richiamati alcuni testi di riferimento.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano esprimere un particolare ringraziamento all'Ing. Giuseppe Lodi, FIAMM-AIF, per l'importante contributo di conoscenza e di esperienza dato alla realizzazione del presente articolo.

Bibliografia

- [1] Korovin, N.V.: Trend of the batteries development for the telecommunications. Proceedings of the First International Telecommunications Energy Special Conference, Berlino, 11-15 Aprile 1994, pp. 179-185.
- [2] Berndt, D.: Maintenance-Free Batteries. John Wiley & Sons Inc., Marzo 1994.
- [3] Linden, D.: Handbook of Batteries and Fuel Cells. McGraw-Hill Book Company, New York, 1995.
- [4] Gutzeit, K. et al.: Sealed Nickel Cadmium Batteries with Fibre-Structured Electrodes for Applications in the Telecom Field. Proceedings of the First International Telecommunications Energy Special Conference, Berlino, 11-15 Aprile 1994, pp. 187-191.
- [5] Buonarota, A.; Menga, P.: Generatori Elettrochimici. Manuali Tecnici ENEL, 1993.
- [6] Fauvarque, J.F.: State of the Art in the Electrochemical Storage Sources. Proceedings of the First EUREL Conference, Milano, 12-13 Ottobre 1995.
- [7] Grossoni M.; Palmisano F.: Energia, settore in evoluzione. "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 5, n. 1, maggio 1996, pp. 53-62.



Francesco Palmisano si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'università di Roma nel 1993. Dopo un periodo iniziale di collaborazioni con varie società, come progettista di prodotti software, nel 1994 entra in Telecom Italia. Fin dall'inizio lavora nel settore Sistemi di Alimentazione, dove è responsabile della specifica e della realizzazione di un progetto per un sistema sperimentale relativo alla gestione di Impianti di Alimentazione. Si occupa inoltre della stesura dei Capitolati Tecnici e della effettuazione dei collaudi di accettazione sugli apparati di Alimentazione. Collabora con membri del Comitato Tecnico EE in ambito ETSI.

Un mondo di sfide

7° Simposio Internazionale di Pianificazione delle Reti

Domenico Capolongo



LA PIANIFICAZIONE DELLE RETI DI TLC STA ATTRAVERSANDO UNA FASE ESISTENZIALE MOLTO CRITICA, LE CUI CONSEGUENZE NON SONO AL MOMENTO PERFETTAMENTE DELINEABILI.

STEPHEN CHEN, DI LUCENT TECHNOLOGIES, NON HA ESITATO A DENUNCIARE "IL RISCHIO DI UN PROGRESSIVO ASSORBIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI PIANIFICAZIONE DA PARTE DI FUNZIONI AZIENDALI PIÙ OPERATIVE".

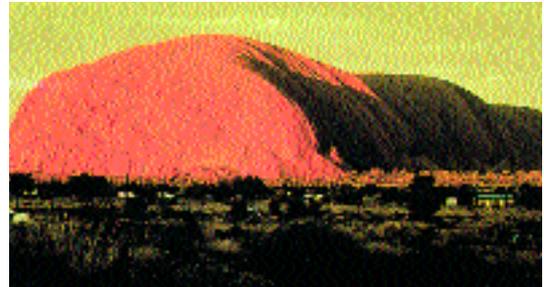
La visione meno pessimistica ma ben più diffusa, ricavata dagli interventi di maggior respiro del Simposio, è stata comunque la constatazione della notevole e tuttora crescente complessità delle scelte con cui il pianificatore deve confrontarsi, il che rende oggi "questo mestiere di vecchia tradizione" davvero difficile e sfidante.

La turbolenza degli scenari è provocata ormai da una molteplicità di cause, che vanno dalla rapida innovazione tecnologica alla crescente domanda di nuovi

servizi, dalla notevole presenza di nuovi operatori alla diversa consistenza di authorities e di svariati vincoli legislativi, dall'alternativa tra cooperazione e concorrenza all'altra tra standardizzazione e prodotti di marca; e si potrebbe naturalmente continuare!

In questo scenario così poco tranquillo la necessità di risposte in tempo reale è uno degli impatti più evidenti del sistema TLC sull'attività di pianificazione delle reti, costituendo la prima e più pesante sfida ai pianificatori, pena, come si è già accennato, il rischio dell'assorbimento da parte dei progettisti o dei ricercatori, o, quanto meno, una marginalizzazione e quindi uno scadimento di importanza dell'attività pianificatoria.

Ayers Rock
(Australia centrale).



Consiglio di tutti questi pericoli l'esercito mondiale dei pianificatori si è presentato a Sydney, per il settimo incontro internazionale, dal 24 al 29 novembre 1996, forte di circa 500 delegati e con una nutrita serie di proposte ed esperienze nei vari campi operativi.

Tutti i temi più delicati, attuali e non solo tecnici, sono stati affrontati nelle varie sessioni del convegno; tra questi, la Larga Banda, i Servizi Interattivi Multimediali, l'ambiente regolatorio, le nuove architetture possibili, le possibili novità tecnologiche.

Tra gli argomenti maggiormente trattati l'ATM ha interessato circa il 30 per cento delle relazioni, e un altro terzo circa degli interventi è stato rivolto alle problematiche strutturali e tecnologiche delle reti di accesso e di trasporto.

Interessanti contributi sono stati presentati anche sulla introduzione dei nuovi servizi multimediali e sulle necessità emergenti di nuove modellizzazioni di traffico.

In questa tornata di Sydney è ap-

parso più evidente l'allargamento dei temi agli aspetti strategici della pianificazione, rispetto a quelli tradizionali delle architetture e delle strutture. Questo interesse sembra destinato ad accentuarsi ancora e converrà tenerne opportuno conto per la prossima edizione del convegno che si terrà per la prima volta in Italia, dal 18 al 23 ottobre 1998, a Sorrento.

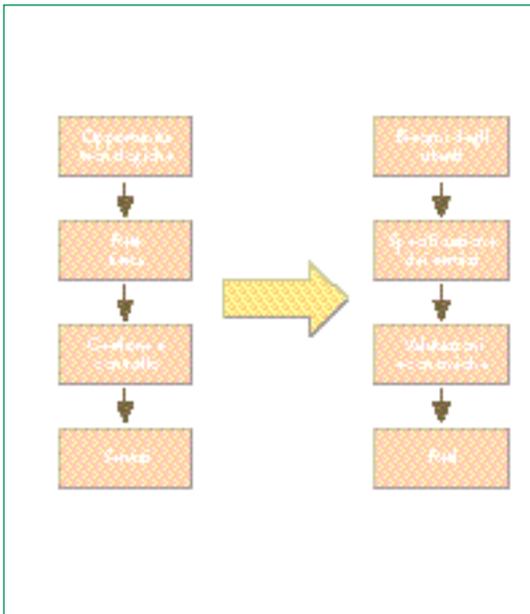
Il Simposio di Sydney è stato di fatto organizzato dalla Telstra, il principale gestore locale, con una forte sponsorizzazione di Siemens, Ericsson e Alcatel. Oltre quaranta i Paesi rappresentati, con svariati operatori, fornitori, centri di ricerca e altri enti presenti, tra cui merita menzionare l'Austel, l'Australian Telecommunications Regulator, cioè l'Authority locale.



Opera House e
Harbour Bridge a
Sydney.

Conferenze

I contributi italiani sono stati nove: di questi due presentati da CSELT e Telecom Italia, uno da CSELT e FUB, e uno dal solo CSELT; gli altri cinque da Nuova Telespazio, Ericsson TLC, FUB, Italtel e Telesoft più Politecnico di Milano. In tutto, i contributi presentati sono



stati centododici.

Dei contributi di Telecom Italia la procedura DEMON (Demand Evaluation of MOBILE Network resources), prodotta insieme a CSELT, effettua previsioni di domanda di flussi diretti, di circuiti commutati e di traffico relativi alla clientela radiomobile per un dato territorio e per un certo numero di anni futuri. L'altra relazione, elaborata anche con CSELT, affronta gli aspetti concreti di pianificazione connessi alle varie fasi realizzative del progetto SOCRATE.

A parte le novità di contenuto, cui si è già accennato, il Simposio di Sydney ha presentato un'altra novità, che converrà riproporre a Sorrento, visto l'interesse riscosso: l'allestimento in contemporanea, in una apposita sala, di dimostrazioni pratiche di strumenti di pianificazione ("Planning tools exhibition"). Occorre ricordare in proposito i programmi RASPUTIN, DEMON e BROADPLAN di CSELT: il primo molto utile per la individuazione ottimale delle aree di copertura radio delle stazioni base in riferimento alle reali caratteristiche morfologiche ambientali; a DEMON si è già fatto cenno in precedenza; il terzo è uno strumento di

pianificazione integrata per piattaforme di rete a larga banda.

Anche SIRTI è stata presente in questa mostra pratica di strumenti software con un proprio package di progettazione di reti di accesso (HFC, DECT, rame) già impiegato in Italia (Sistemi SIGRA) e in varie realtà internazionali.

E proprio il ricorso frequente a nuovi sistemi automatici è risultato probabilmente l'aspetto generale più evidente dell'ultimo Simposio Internazionale dei Pianificatori delle Reti, per le cui valutazioni e scelte strumenti potenti, veloci e flessibili si dimostreranno sempre più necessari.

Ing. Domenico Capolongo - Telecom Italia DG- Roma

Communications: The Key to Global Prosperity

GLOBECOM '96

Bruno Bostica, Francesco Iuso, Luigi Licciardi, Antonella Napolitano, Paolo Oberto, Giovanni Romano

"COMMUNICATIONS OFFER A KEY TO GLOBAL PROSPERITY". CON QUESTE PAROLE SIR IAIN VALLANCE (CHAIRMAN, BT), SINTETIZZANDO L'IMPORTANZA DELLE TELECOMUNICAZIONI NELLO SCENARIO DI EVOLUZIONE SOCIALE E CULTURALE, HA APERTO I LAVORI DELLA EDIZIONE '96 DEL GLOBECOM.

LA SCELTA DEL TEMA PER QUESTA CONFERENZA NON È STATA CASUALE SE SI TIENE PRESENTE L'IMPORTANZA DEI SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE PER POTER ACCEDERE AI MERCATI E SE SI CONSIDERA LA CONVERGENZA DELLE INDUSTRIE TRADIZIONALI DI COMUNICAZIONE IN UN COMUNE GIRO DI AFFARI DI SVARIATI MILIARDI DI DOLLARI. IN UNO SCENARIO DI QUESTO TIPO È RICHiesto CHE LA TECNOLOGIA, CHE CONTINUA A GIOCARE UN RUOLO DI RILIEVO, PERMETTA DI RISPONDERE SEMPRE MEGLIO ALL'OFFERTA DI NUOVI E DIVERSIFICATI SERVIZI. IN QUESTO QUADRO EVOLUTIVO LA SPINTA VER-

Conferenze

SO LA DEREGOLAMENTAZIONE È ELEMENTO IMPORTANTE: ESSA STIMOLA E FA MATURARE IL MERCATO, GARANTENDO NEL CONTEMPO LA QUALITÀ DEI SERVIZI OFFERTI.

GLOBECOM (IEEE Global Telecommunications Conference) è una conferenza che, con cadenza annuale, rappresenta uno dei più importanti appuntamenti sulle evoluzioni scientifiche e tecniche nel campo delle Telecomunicazioni. Quest'anno per la prima volta, in concomitanza del venticinquesimo anniversario di conferenze organizzate dalla Communications Society di IEEE, la conferenza GLOBECOM si è tenuta a Londra dal 18 al 22 novembre ed è stata "sponsorizzata" oltre che dalla IEEE Communication Society (ComSoc), anche dal ComSoc Chapter of the UK & RI Section of Region 8 e da numerosi gestori e manufatturieri a livello mondiale tra cui BT, MCI, NORTEL, Cellnet, Fujitsu, Lucent, Alcatel, ERICSSON, Broadband Technologies, TOSHIBA.

La conferenza, che richiama partecipanti sia dal mondo universitario sia dall'industria, si articolava su:

- due giornate dedicate a diciassette "tutorial" e due "workshop";
- tre giornate di sessioni tecniche svolte in nove filoni paralleli;
- quattro interessanti Panel Session, svolti in parallelo alle sessioni tecniche, a cui hanno partecipato in veste di relatori "senior executive" di Società multinazionali, sia di telecomunicazioni, sia dell'Information Technology, a riprova del sempre più profondo legame tra queste due realtà;
- due mini-conferenze, in parallelo alla conferenza principale: "Communication theory", articolata su tre giornate, e "Global Internet 96" di due giornate;
- la "exhibition", alla quale hanno partecipato una trentina di espositori, principalmente di case editrici, società manufatturiere e gestori di telecomunicazioni.

Alla conferenza hanno partecipato circa mille- duecento delegati di oltre quaranta nazioni, con una prevalenza numerica degli inglesi, seguiti da americani e giapponesi. La partecipazione italiana contava oltre cinquanta iscritti.

Le sessioni tecniche

Come di consueto la parte preponderante della Conferenza è stata quella relativa alle sessioni tecniche: complessivamente cinquantaquattro nel corso delle quali sono state presentate

quattrocentoventuno memorie, selezionate tra oltre mille lavori proposti.

Gli aspetti tecnici e tecnologici trattati nelle diverse sessioni sono stati ad ampio spettro e hanno riguardato in particolare le reti e i nodi a larga banda per il supporto di servizi multimediali, i sistemi di comunicazione mobile e le architetture di rete relative.

Sul primo aspetto, particolare enfasi è stata data a IP (Internet Protocol), visto ormai come servizio di comunicazione globale e multimediale, che sta assumendo una diffusione superiore ad ogni previsione, con una crescita di tipo esponenziale. In questo contesto numerosi sono stati gli interventi che hanno proposto l'ATM (Asynchronous Transfer Mode) come supporto ad IP. Alla tematica Internet, come è stato già accennato, è stata dedicata una mini-conferenza appositamente organizzata in aggiunta alle sessioni tecniche già previste. Numerosi i temi trattati, dall'offerta di servizi di qualità su infrastrutture di rete ATM alla realizzazione di nuove architetture di controllo della rete che integrano i paradigmi della Rete Intelligente con gli strumenti operativi di Internet. In questo quadro è stato messo in evidenza che l'offerta di servizi con qualità controllata è un requisito essenziale per la prossima generazione della "rete delle reti": man mano che la competizione per i servizi avanza e agli utenti è richiesto di pagare i servizi ricevuti, le prestazioni rese ai clienti diventano una chiave di differenziazione.

Nell'architettura Internet non è oggi esplicitamente raccomandata la qualità del servizio da offrire né sono stati concordati parametri in base ai quali scegliere instradamenti di qualità. Si osserva inoltre disomogeneità nelle prestazioni in funzione delle diverse tecnologie impiegate (Ethernet, ISDN, ATM) per l'infrastruttura di rete.

D'altra parte, mettere a disposizione maggiore capacità di banda non è una soluzione conveniente in regime di concorrenza, non per i vincoli tecnologici, ma per i costi associati.

Nel breve termine la soluzione tecnologica *RSVP (Resource ReSerVation Protocol)* consente di effettuare in modo pragmatico il controllo della qualità dei servizi offerti (anche su ATM); nel contempo, gestendo un meccanismo di code a priorità, essa risolve indirettamente problemi di congestione all'interno dei nodi causati dai traffici multimediali di tipo senza connessione *UDP (User Datagram Protocol)* privi di alcun controllo di flusso.

Se però si esaminano le potenzialità insite nel-

Conferenze

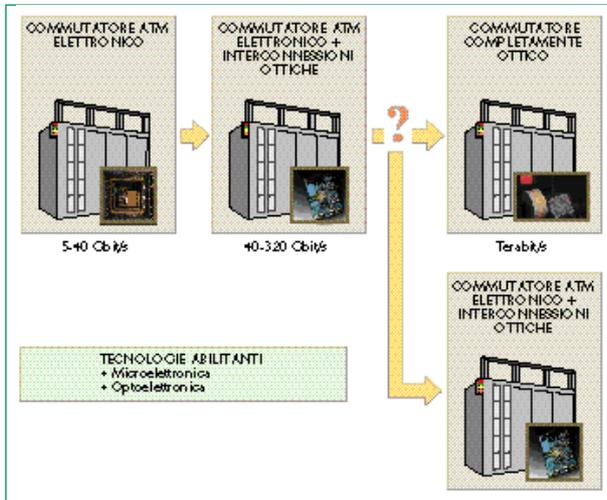


Figura 1 Evoluzione verso i Terabit switch.

la futura rete integrata nei servizi in tecnica ATM, si rileva che non sono ancora state approntate soluzioni condivise circa le modalità di integrazione di IP con ATM e l'introduzione della qualità del servizio nella Internet. È necessario quindi proseguire le attività di studio, cercando di individuare soluzioni intermedie tra RSVP e segnalazione B-ISDN, che prevedano l'impiego della funzionalità di instradamento quale elemento essenziale per la garanzia della qualità del servizio in rete.

Alla tecnica ATM sono state dedicate ben undici sessioni: questo interesse mostra quanto sia viva ed ancora in fase di evoluzione la ricerca in questo campo, nonostante la presenza sul mercato di prodotti commerciali consolidati. Proposte di nuove architetture, valutazione delle prestazioni dei nodi di commutazione, controllo delle risorse, tecnologie abilitanti per la realizzazione di nodi con prestazioni sempre migliori sono stati temi tra quelli maggiormente discussi su queste tematiche.

Più di un terzo delle sessioni tecniche sono state dedicate all'analisi di sistemi radiomobili: sono stati trattati in particolare aspetti di rete (architetture di rete, gestione della mobilità, gestione delle risorse), aspetti trasmissivi (tecniche di accesso per sistemi radio mobili, prestazioni di sistemi a divisione di codice, cancellazione di interferenza, adozione di antenne "intelligenti", tecniche di co-decodifica) e aspetti di propagazione. È stata, inoltre, dedicata particolare attenzione ai servizi multimediali in applicazioni radio mobili ("wireless

LAN"), ribadendo l'orientamento attuale sulla possibilità, per i sistemi di prossima generazione, di fornire un elevato numero di servizi con velocità di trasmissione anche molto elevata, compatibile con la tecnica ATM.

Contributi italiani alla conferenza

Il gruppo STET ha partecipato alla conferenza con quattro interventi, tre dei quali preparati da CSELT e uno da Telecom Italia.

Nell'ambito dell'evoluzione delle architetture di commutazione ATM e degli autocommutatori per dorsale geografica, CSELT ha presentato la memoria "Merging Electronics and Photonics towards the Terabit/s ATM Switching" (Bruno Bostica, Luigi Licciardi), che analizza soluzioni architetture e tecnologiche in grado di consentire il passaggio dei nodi ATM dalle capacità oggi ottenibili (20-100 Gbit/s) a capacità dell'ordine del Tbit/s, che potrebbero essere richieste in un prossimo futuro. Il percorso proposto dagli autori parte dai nodi che utilizzano le attuali tecnologie industriali per arrivare, attraverso un adeguato bilanciamento delle tecnologie di microelettronica ed ottica, ad architetture che si basano su tecniche di commutazione ottica (figura 1).

Nella sessione dedicata alle comunicazioni mobili, è stata presentata la memoria "GSM versus CDMA: performance comparisons" (Flavio Muratore, Giovanni Romano): in essa sono stati confrontati due dei più diffusi sistemi radiomobili: in figura 2 è riportata la capacità dei due sistemi al variare dell'errore sul controllo di potenza.

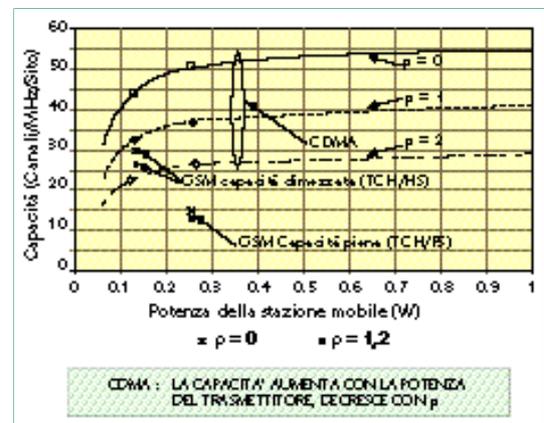


Figura 2 Confronto delle capacità dei sistemi GSM e CDMA.

Conferenze

Per quanto concerne le tecnologie del software per piattaforme di rete e servizi, è risultata di interesse la memoria "Telecooperation services - Trials performed by European PNO R&D Staff members" (Carlo Corte et alii), che riporta i risultati ottenuti nel Progetto Eurescom P505, al quale CSELT ha partecipato assieme ai maggiori gestori pubblici europei sui servizi di interlavoro cooperativo (quali ad esempio joint editing, audio e video conferenza, shared blackboard, scambio di messaggi e di documenti)

CSELT ha anche contribuito all'organizzazione e alla gestione di alcune sessioni, in particolare a quelle su "Tecniche di accesso per comunicazioni mobili" (Flavio Muratore, Giovanni Romano) e "Tecniche di accesso per comunicazioni senza fili" (Flavio Muratore), sugli aspetti trasmissivi e "Architetture di rete per comunicazioni mobili" (Antonella Napolitano), sugli aspetti di rete. La scelta delle tecniche di accesso da adottare nei sistemi mobili di terza generazione (UMTS, Universal Mobile Telecommunications System, e FPLMST, Future Public Land Mobile Telecommunication Systems) è una delle tematiche oggi più discusse a livello internazionale: dibattiti accesi sono in corso presso gli Enti di standardizzazione (ETSI ed ITU) e un riflesso di tali approfondimenti si è avuto nelle prime due sessioni, nel corso delle quali sono state poste a confronto le prestazioni di alcune tecniche d'accesso.

Nel corso della sessione "Architetture di rete per comunicazioni mobili" (organizzato e presieduto da Antonella Napolitano) sono state esaminate le problematiche relative all'introduzione del sistema UMTS. L'obiettivo finale per lo sviluppo dei sistemi e dei servizi di comunicazione mobili è inquadrato in uno scenario dove il sistema mobile UMTS dovrà essere in grado di offrire molteplici funzionalità di comunicazione e un ampio spettro di servizi. Questo scenario sarà realizzato attraverso un uso esteso della tecnica di trasporto ATM, delle funzioni di controllo di chiamata della rete B-ISDN e delle funzioni di controllo dei servizi della Rete Intelligente.

I vantaggi principali di uno scenario integrato possono essere conseguenti ad una possibile riduzione dei costi grazie al riutilizzo di infrastrutture già esistenti e distribuite sul territorio, ad un miglioramento dell'insieme dei servizi offerti,

reso possibile dall'accesso alle moderne tecniche specificate per la rete fissa, e infine all'adozione del tessuto di interconnessione B-ISDN, basato su tecniche ATM, per la creazione di una diffusa rete di copertura radio. L'impiego della tecnica ATM come mezzo di interconnessione delle stazioni radio base in un ambiente UMTS, lascia presumere la possibilità di ottenere un'efficienza molto elevata, in relazione alle procedure di "handover", specialmente in scenari complessi dal punto di vista del tipo di servizi offerti e della densità degli utenti.

Particolare interesse ha suscitato la memoria presentata da CEFRIEL (Vittorio Trecordi), frutto di un lavoro commissionato da Telecom Italia sul tema dell'offerta di servizi multimediali avanzati su infrastrutture di rete a Larga Banda: "ORCHESTRA, An Experimental Agent-based Service Control Architecture For Broadband Multimedia Networks".

Il lavoro ha definito e sviluppato su piattaforma middleware CORBA (Common Object Request Broker Architecture), con il linguaggio Java, una nuova architettura del controllo di rete che consente l'introduzione delle diverse funzionalità di servizio in modo armonico e strutturato, distribuendo l'intelligenza di servizio tra nodi di rete e terminali.

Questo interesse nasce dall'orientamento preso da diversi gestori e società manifatturiere, quali ad esempio BT, NTT ed HP, che sembrano essersi orientati verso l'integrazione dei paradigmi della Rete Intelligente, ma con modalità di accesso alle informazioni proprie di Internet.

Panel Session

Le quattro Panel Session hanno sviluppato altrettanti temi strategici, inseriti nel tema ispiratore di GLOBECOM 96 "Communications: The Key to Global Prosperity". Gli argomenti delle Panel Sessions, trattati e dibattuti da eminenti leaders delle industrie del settore, hanno ampiamente coinvolto il pubblico. Esse riguardavano:

- le visioni del ventunesimo secolo;
- la Information Super Highway: prospettive di mercato e di servizio;
- servizi e qualità: la percezione dei clienti;
- la rivoluzione della radio verso il "global roaming".

Particolare interesse ha suscitato il Panel sulle "Autostrade dell'informazione", che ha visto tra



Conferenze

i relatori Roberto Parodi (Direttore Centrale STET): in esso sono stati trattati temi quali la globalizzazione della infrastruttura informativa e l'impatto sociale ed economico che avranno le Autostrade dell'informazione con i servizi multimediali che esse trasporteranno (quali quelli televisivi, i flussi tra calcolatori, quelli per i videogiochi e per la videoconferenza).

Interessante anche il Panel sul global roaming per i sistemi radiomobili: sono stati esaminati aspetti riguardanti l'interconnessione tra gestori GSM, l'interlavoro tra sistemi radio mobili cellulari e sistemi mobili via satellite - mediante, ad esempio, terminali bistandard - e l'interlavoro tra sistemi radiomobili diversi (GSM in Europa, PDC in Giappone, D-AMPS e IS-95 negli Stati Uniti).

Considerazioni generali

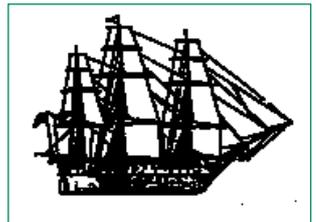
Dalle memorie presentate e dagli interventi delle "Panel Session" sono emerse le forze motrici, in termini tecnici, tecnologici, commerciali e di normativa che potranno condizionare l'intero comparto delle telecomunicazioni costituito dalle società manifatturiere, dai gestori e dai fornitori e dai fruitori di servizi. È anche apparso evidente come si stia prospettando per la prossima decade una proposta di prodotti e di servizi multimediali interattivi a larga banda - sostenuti da un analogo crescita del numero dei gestori coinvolti nelle telecomunicazioni e nella televisione interattiva e diffusiva - nel mondo degli elaboratori, dei videogiochi e dei programmi di intrattenimento; questi gestori saranno impegnati a competere nella conquista di posizioni di vantaggio in quello che è ormai definito "Villaggio Globale". In questo contesto il processo di liberalizzazione nelle telecomunicazioni, ormai avviato anche in Europa, e la nascita di quella che è chiamata "l'infrastruttura dell'informazione globale" dovrebbero portare a cambiamenti significativi anche nella vita sociale, nel lavoro, nell'economia e nel divertimento, coinvolgendo aspetti di formazione, telelavoro, amministrazione, sanità, affari. In questa situazione evolutiva la gestione della qualità dei servizi offerti (ad esempio, Multimediali, ATM) assume un ruolo di crescente importanza.

Dott. Bruno Bostica, ing. Luigi Licciardi, dott.ssa Antonella Napolitano, ing. Paolo Oberto, ing. Giovanni Romano -CSELT- Torino; ing. Francesco Iuso -Telecom Italia DG- Roma

L'alimentazione si sposta dalle centrali agli impianti stradali

INTELEC '96

Maurizio Grossoni



"RELIABLE POWER SYSTEMS FOR THE NETWORK OF THE FUTURE", È STATO QUESTO IL TEMA DI FONDO DI INTELEC '96. LA CONFERENZA, CHE HA CADENZA PRESSOCHÉ ANNUALE, HA COME TEMA L'ENERGIA NELLE TELECOMUNICAZIONI E CONSENTE UN AMPIO SCAMBIO DI INFORMAZIONI SUI PROGRESSI CHE SI MANIFESTANO A LIVELLO MONDIALE IN QUESTO CAMPO. ESSA, NELLE EDIZIONI CHE SI SONO SUCCEDETE, HA VIA VIA CONTRIBUITO A VALORIZZARE IL RUOLO CHE L'ENERGIA GIOCA PER ASSICURARE, SIA FUNZIONALMENTE SIA COME AFFIDABILITÀ, I VARI SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE OFFERTI, E HA IMPOSTO L'USCITA DELL'ALIMENTAZIONE DAL RUOLO DI "GENERENTOLA" NEL QUALE, COME SCRIVEVA ALCUNI ANNI FA UNA RIVISTA SPECIALIZZATA TEDESCA, ERA STATA SEMPRE RELEGATA.

Questa edizione di INTELEC (International Telecommunications Energy Conference), è stata la diciottesima e si è svolta presso il Westin Hotel, Copley Place Boston, Massachusetts USA dal 6 al 10 ottobre 1996. Essa ha posto l'accento sull'evoluzione delle telecomunicazioni all'anno 2005 e, quindi, sulle esigenze di alimentazione e di affidabilità per le reti ibride in fibra ottica e coassiale, per le trasmissioni a larga banda e multimediali.

Alla Conferenza, articolata su trenta Sessioni Tecniche, due Workshop e quattro Tutorials, sono stati presentati oltre centoventi articoli; questa edizione ha visto la partecipazione di circa ottocento congressisti, provenienti da gestori delle telecomunicazioni e da manifatturiere operanti nel comparto dell'energia.

Alla Conferenza era associata una mostra di prodotti alla quale hanno esposto numerosi costruttori nord americani ed europei quali Ericsson, Lucent Technologies, Siemens, GNB; a questa mostra hanno presentato propri prodotti anche due costruttori italiani:

Fiamm e Sicon.

Gli articoli presentati in questa edizione hanno confermato la tendenza, peraltro già registrata nelle precedenti edizioni dell'INTELEC, di un impiego sempre più diffuso di sistemi di alimentazione caratterizzati da apparati con potenza unitaria ridotta nonché da modularità e densità di potenza elevate.

Per quanto riguarda in particolare le stazioni di energia in corrente continua, è emersa una generale convergenza verso l'utilizzo di convertitori in tecnologia "switch-mode" del tipo "soft-switch" (con frequenza di conversione dell'ordine dei 20 kHz). Le taglie più utilizzate sono 5; 12; 30; 50 e 100A. In tale ambito, è risultata di un certo rilievo la memoria presentata dall'Italtel su un raddrizzatore trifase da 200A, con correzione del fattore di potenza, che ha riscosso particolare interesse per le caratteristiche di ingresso e di uscita.

Relativamente agli accumulatori, è stato confermato anche per il futuro l'impiego diffuso del tipo al piombo acido in tecnologia assorbita (AGM) per il quale si rileva da più parti una vita utile pari a quella attesa.

Nell'ambito degli studi realizzati per l'alimentazione delle nuove reti di distribuzione in fibra ottica, sono stati presentati e sono stati, anche, mostrati gruppi elettrogeni di piccolissima potenza (2-8 kVA), alimentati a gas, idonei ad essere installati all'interno di cabinet contenenti apparati per telecomunicazioni.

A conclusione dei lavori è emersa con chiarezza la profonda trasformazione in atto nell'architettura delle reti di telecomunicazioni e, conseguentemente, per le soluzioni per alimentare gli apparati: una sempre maggiore importanza della rete di distribuzione primaria e secondaria, soprattutto in termini di banda disponibile e di consumi, porta infatti a ritenere che in un prossimo futuro si assisterà ad uno spostamento dei consumi dagli apparati posti all'interno delle grosse centrali a quelli stradali. All'orizzonte di questa prospettiva, si intravede infine la possibilità di spingersi fino a casa del cliente, per fornire agli apparati collegati l'alimentazione con caratteristiche di continuità, secondo standard previsti per le telecomunicazioni.

Ing. Maurizio Grossoni - Telecom Italia DG - Roma

IP vs ATM: Alternativa o Integrazione?

Franco Guadagni

La vertiginosa ascesa della rete Internet, diventata in pochi anni una vera rete globale di comunicazione, ha scosso molte certezze radicate nel mondo delle Telecomunicazioni. Gli operatori Telecom avevano programmato il futuro del mondo della comunicazione secondo un modello evolutivo che portava dalla rete telefonica a quella della comunicazione digitale a larga banda (Broadband ISDN, basata su tecnica ATM) passando per la rete ISDN. Ora però il successo della rete Internet, basata sul protocollo IP, ha contribuito a modificare questa aspettativa, creando un'unica realtà globale che inizia già ad offrire audio e video-comunicazione a fianco dei servizi più tradizionali di comunicazione dati.

La rete del futuro, ammesso che sia una sola, sarà la B-ISDN basata su ATM o l'evoluzione dell'attuale Internet? La domanda è giustificata dalla sovrapposibilità di molte funzioni del protocollo IP con le corrispondenti offerte da ATM: questa duplicazione rende di fatto concorrenti tra loro i modelli basati sulle due tecniche. Come in ogni disputa tecnologica, i sostenitori delle due parti insistono sulla bontà della propria soluzione, e sulla inadeguatezza di quella concorrente.

Su un tema così scottante e attuale per il gestore, il 25 ottobre scorso si è svolto in CSELT un incontro organizzato dal Comitato Scientifico su "IP vs ATM: Alternativa o Integrazione?", che ha attirato una nutrita presenza di tecnici di Telecom Italia, e di diverse aziende del gruppo. Era anche presente l'ing. Ferrero, assessore per i progetti strategici del comune di Torino, uno dei promotori dell'iniziativa congiunta Torino-STET denominata Torino 2000. L'incontro "IP vs ATM" ha cercato di approfondire questa tematica sulla base di considerazioni tecniche e di mercato e con l'obiettivo, più che di stimolare dibattito e riflessione tra i presenti, di offrire una soluzione "predigerita" al problema. L'approccio a queste problematiche è stato inusuale rispetto alla organizzazione tradizionale, ad esempio, delle "Giornate di Studio" CSELT, proprio per rispettare l'obiettivo di stimolare dibattito e riflessione, piuttosto che offrire ai presenti una soluzione

Conferenze

come vincente.

La forma è stata perciò quella di una tavola rotonda in cui tre gruppi di esperti tra loro in competizione hanno esposto e discusso brevemente le proprie tesi, e hanno incoraggiato i presenti a esprimere propri dubbi o opinioni per l'una o l'altra tra le soluzioni offerte. I tre gruppi hanno sottolineato le seguenti posizioni: "L'utente affezionato ad IP": Internet rappresenta la soluzione vincente. Con l'impiego della prossima versione di IP, essa diverrà in breve la Information Highway di cui tanto si parla. ATM non ha futuro perché è un'inutile doppiatura di IP.

"La scommessa ATM": ATM è la migliore soluzione tecnica oggi disponibile per tutti i problemi delle comunicazioni numeriche, siano queste orientate al trasporto di dati come al trasporto di voce, musica o video. Il diffondersi della tecnologia ATM renderà superfluo il protocollo IP, ed esso sarà abbandonato a favore delle più snelle soluzioni di trasporto diretto sopra ATM.

"La ricerca di un modello integrato": ATM ed IP hanno entrambi punti di forza e di debolezza; conviene perciò ricercare forme di convivenza e di ottimizzazione che consentano di sfruttare al meglio le potenzialità delle due alternative sistemistiche, eliminando le attuali inefficienze e duplicazioni.

Il dibattito, innescato da una breve presentazione delle rispettive posizioni da parte dei gruppi, è stato acceso e stimolante. Alcuni interventi del pubblico hanno segnalato un iniziale disorientamento dovuto proprio alle posizioni contraddittorie espresse con convinzione dai rappresentanti delle tre posizioni, e alla quasi improvvisa consapevolezza che IP possa essere considerato come alternativo ad una soluzione ATM che in molti ambienti era stata finora vista come l'unica via verso le telecomunicazioni del futuro.

Mentre le posizioni radicali dei sostenitori di IP e di ATM erano percepite chiaramente come alternative, la mediazione del gruppo che sosteneva l'integrazione tra i due modelli aveva il difficile compito di spaziare in un continuo di possibili soluzioni, dalla semplice sovrapposizione del protocollo IP su reti ATM, soluzione percepita come non ottimizzata e pertanto non ideale, alla ricerca di un legame più intimo tra instradamento (routing) IP e commutazione (switching) ATM, con una evo-

luzione tecnica di cui per ora possono essere percepiti i contorni ma non sembra possibile prevederne le soluzioni di dettaglio.

Coerentemente con la conduzione non convenzionale dell'incontro, è stato in questa occasione sperimentato anche un meccanismo di "opinion polling" di stile televisivo: mediante un telecomando consegnato a tutti i partecipanti era infatti possibile esprimere un parere personale e segreto tra diverse possibili scelte. All'inizio dell'incontro è stata effettuata una votazione "al buio", prima di approfondire le alternative. In questa occasione la scelta dei presenti ha privilegiato l'integrazione tra IP ed ATM, che ha riscosso più della maggioranza assoluta dei favori (il 51 per cento).

In questa votazione, la posizione IP seguiva nettamente distanziata da questa scelta (29 per cento) ma risultava a sua volta sensibilmente superiore alla scelta ATM (11 per cento).

La precisazione dei diversi punti di vista nell'incontro e il dibattito che è seguito, ha spostato in maniera evidente l'opinione dei presenti che, "a caldo", hanno risposto alla stessa domanda (quale delle tre soluzioni venga ritenuta vincente) alla fine dell'incontro nel

modo seguente: IP integrato con ATM è stato ancora una volta il preferito (40 per cento), ma con un margine molto esiguo rispetto ad IP (38 per cento). Anche la soluzione "tutto ATM" ha guadagnato sostenitori (16 per cento). Una ultima votazione ha poi ulteriormente spostato le posizioni. La domanda era formulata nella maniera seguente: Se doveste investire vostro capitale in una azienda che punti tutto su una delle tre ipotesi, quale scegliereste? In questo caso la soluzione IP ha ulteriormente guadagnato posizioni, con un 44 per cento, contro il 33 per cento della soluzione integrata ed il 17 per cento del "tutto ATM".

Al di là del contenuto tecnico, che in questo incontro è risultato essere un po' penalizzato rispetto, ad esempio, a considerazioni di mercato, i pareri sull'evento sono stati tutti molto lusinghieri, e la possibilità di affrontare anche in futuro temi controversi con questo approccio non convenzionale è stata considerata dai presenti positivamente.

IP vs ATM:

Alternativa o Integrazione?

Ing. Franco Guadagni - CSELT - Torino

THRIS: UN NUOVO STRUMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'HARDWARE

PER RISPONDERE AGLI EMERGENTI REQUISITI DI QUALIFICAZIONE DEGLI APPARATI DI TELECOMUNICAZIONE, È STATO REALIZZATO, NELL'AMBITO DI UNA COMMESSA TELECOM ITALIA, UN NUOVO AMBIENTE DI QUALIFICAZIONE E DI PROVA DENOMINATO THRIS (TELECOM HARDWARE ROBUSTNESS INSPECTION SYSTEM) LE CUI CARATTERISTICHE SONO ILLUSTRATE IN QUESTO CONTRIBUTO. QUESTO STRUMENTO È STATO CONCEPITO IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATO SIA DAI GESTORI SIA DAI COSTRUTTORI DI APPARATI E COPRE LE DIVERSE FASI DELLA VITA DEL PRODOTTO A PARTIRE DA QUELLA DI PROGETTO FINO A QUELLA DI ESERCIZIO IN CAMPO.

1. Introduzione

La qualità degli apparati di telecomunicazione è sempre più condizionata da potenziali malfunzioni hardware dovute all'aumento della velocità e della complessità dei circuiti integrati e alle densità di impaccamento, che accentuano i problemi di degradazione dei segnali, la suscettibilità ai disturbi e le emissioni elettromagnetiche. In alcuni casi i costruttori non sono in grado di tenere sotto controllo in modo efficace questi problemi già nella fase di progetto, anche perché non sempre le tecnologie realizzative sono adeguate al raggiungimento di buoni standard di robustezza. Queste limitazioni si presentano in modo particolare per aziende manifatturiere di dimensioni medio-piccole, per prodotti con

severe limitazioni di costo dovute a ragioni di mercato oppure per prodotti con prestazioni elevate come possono essere gli apparati di trasmissione e commutazione ad alta velocità.

I gestori hanno ridotte possibilità di valutare la robustezza degli apparati che acquisiscono, anche perché alcune prove di qualificazione, per esempio di compatibilità elettromagnetica, permettono di stabilire la conformità alle normative ma non danno un'informazione completa circa l'affidabilità intrinseca del prodotto.

L'evoluzione tecnologica, d'altra parte, porta a realizzare apparati con elevate densità di impaccamento e con componentistica sempre più veloce che rende sempre più problematica la simulazione di guasti hardware sul prototipo per valutare la copertura diagnostica durante la fase di qualificazione. Prodotti carenti sotto il profilo della qualità hardware possono quindi essere messi in esercizio con il rischio che la scarsa robustezza determini qualche malfunzione in campo. La diagnosi sulle cause di queste malfunzioni può diventare complessa, soprattutto quando la tipologia di queste anomalie è di tipo temporaneo e può essere difficile discriminare in quale misura esse siano dovute a carenze di apparato o di impianto. Non sono infrequenti casi in cui una malfunzione riscontrata in esercizio non corrisponde poi a un effettivo guasto riscontrato sui moduli ritenuti guasti ed inviati al costruttore per la riparazione. In ogni caso in questa fase i costi e i tempi per la diagnosi e per le necessarie azioni correttive sull'hardware diventano proibitivi sia per il costruttore sia per il gestore. D'altra parte, l'entrata in vigore all'inizio del '96 della direttiva sulla EMC

(compatibilità elettromagnetica) sta ponendo seri problemi di costi aggiuntivi e di time-to-market sia per il fornitore sia per il cliente nel caso in cui gli apparati non risultassero conformi alla normativa in fase di certificazione.

Si è ritenuto perciò di non modesto interesse individuare metodi e strumenti atti a risolvere queste problematiche, possibilmente già nella fase di progetto, e di renderli utilizzabili vantaggiosamente anche durante le fasi di qualificazione e di esercizio. Questi strumenti sono stati integrati in una apparecchiatura di prova denominata THRIS (Telecom Hardware Robustness Inspection System); l'attuale rilascio dell'apparecchiatura rappresenta il primo passo verso una soluzione sistematica dei problemi di robustezza dei nuovi apparati.

2. Il sistema THRIS

THRIS è un ambiente di qualificazione e di prova utilizzabile nelle varie fasi di vita di un apparato, che permette di valutare la robustezza del progetto hardware anche a livello previsionale, localizzando potenziali cause di malfunzioni prima che il prototipo sia completamente realizzato. È stato ideato dallo CSELT su commessa Telecom Italia ed è stato realizzato in collaborazione con la HDT di Torino ed il supporto di HP (Hewlett Packard): esso è costituito da una strumentazione modulare su schede VXI, da un software commerciale di analisi post-layout, denominato PRESTO, da alcune personalizzazioni relative all'inserzione di guasti e all'analisi EMC e da una interfaccia verso l'apparato in prova di progettazione CSELT.

2.1 Analisi delle unità a circuito stampato a livello di progetto

Buona parte dei problemi hardware può essere attribuita alla realizzazione fisica dei circuiti stampati utilizzati come mezzo di interconnessione tra i componenti, oltre che alle caratteristiche di ingresso e di uscita dei componenti e dei relativi contenitori. Con le velocità di commutazione inferiori al nanosecondo della componentistica numerica oggi comunemente impiegata, diventano sempre meno trascurabili gli effetti parassiti che l'unità a circuito stampato provoca sui segnali, anche a causa di accoppiamenti dovuti alla vicinanza delle piste (diafonia) e ai percorsi comuni delle alimentazioni sia a livello di unità a circuito stampato sia di componente (rumore di commutazione). Infatti i tempi di propagazione sulle piste sono ormai confrontabili se non addirittura superiori a quelli di commutazione dei segnali: le piste devono essere trattate come linee di trasmissione i cui parametri, impedenza e ritardo di propagazione, possono essere ottenuti dai parametri geometrici di ciascuna pista. Questi dati sono normalmente ricavabili in forma elettronica dall'ambiente di progetto CAD, specificamente utilizzato dal costruttore, e in genere possono essere forniti senza particolari problemi in quanto non contengono informazioni particolarmente critiche dal punto di vista della riservatezza. THRS permette quindi di simulare il comportamento delle unità a circuito stampato sulla base di un modello costruito automaticamente partendo dai dati CAD del costruttore e da una libreria che contiene i modelli delle porte di accesso dei componenti e dei relativi

contenitori. In questo modo possono essere individuati i segnali critici di un progetto in quanto i segnali simulati sono automaticamente confrontati con maschere predefinite dall'utente. La precisione dell'analisi dipende naturalmente da quella dei modelli rispetto al loro corrispondente fisico. THRS include la possibilità di pervenire a modelli anche molto accurati basati sulla analisi riflettometrica nel dominio del tempo. Questa caratteristica è molto importante soprattutto per apparati ad alte prestazioni, nei quali gli effetti provocati dalla degradazione dei segnali sono di particolare rilievo. Sono previste comunque modalità di funzionamento semplificate utili soprattutto per una verifica del progetto in fase di qualificazione.

2.2 L'analisi dopo progettazione per la previsione delle emissioni elettromagnetiche

Ogni pista di circuito stampato percorsa dalla corrente del segnale si comporta come un'antenna che irradia energia elettromagnetica nello spazio circostante. Lo spettro di frequenza occupato dai segnali numerici interessa la gamma entro cui vanno rispettati i limiti della normativa EMC (in genere tra 30 MHz e 1 GHz). L'entità della radiazione può essere prevista conoscendo le dimensioni geometriche delle piste, la loro posizione rispetto al punto di osservazione oltre che l'andamento dei segnali che le percorrono. L'analisi di autocompatibilità delle singole unità può quindi essere spinta alla previsione delle emissioni e alla loro limitazione quando non vengano rispettati i limiti della normativa. I fenomeni di tipo elettromagnetico che interessano gli apparati sono molto complessi, ma l'analisi dopo

progettazione delle emissioni dalle piste costituisce il primo passo per una analisi più approfondita che tenga conto di ulteriori aspetti delle problematiche al riguardo.

2.3 Utilizzo di THRS per l'inserzione guasti

La valutazione del comportamento in presenza di guasti hardware degli apparati più complessi, come le centrali di commutazione, è significativa perché permette di valutare l'efficacia delle procedure di localizzazione del modulo guasto e di effettuare una eventuale riconfigurazione automatica. La verifica dei rilasci software comprende quindi una fase in cui il sistema è sottoposto a guasti hardware simulati. Il metodo di inserzione di questi guasti finora utilizzato consiste nel provocare un corto circuito verso massa o verso la sorgente di alimentazione tramite un ponticello metallico. Il metodo manuale presenta però pesanti limitazioni, specialmente per gli apparati di ultima generazione, perché richiede l'impiego di unità di prolunga, rischia di danneggiare i componenti ed è poco ripetibile a causa degli effetti parassiti provocati dal ponticello. È stato perciò sviluppato un attuatore di guasto miniaturizzato che evita l'uso di unità a circuito stampato di prolunga, minimizza gli effetti parassiti e può essere collegato all'apparato in prova senza richiedere modifiche di progetto. Sempre a livello previsionale, e partendo dagli stessi dati CAD delle unità a circuito stampato, è possibile valutare gli effetti parassiti dovuti alla presenza di un guasto simulato. Infatti, anche ricorrendo agli attuatori miniaturizzati, non è possibile eliminare del tutto il rumore impulsivo residuo che si origina

sul segnale che si cerca di portare ad un livello fisso per simulare un guasto reale. La valutazione di questo rumore, che nel caso risultasse superiore alla soglia di commutazione renderebbe la prova di guasto inattuabile, è eseguibile in THRS come una particolare tipologia di analisi di progetto in quanto sono stati resi disponibili i modelli elettrici accurati degli attuatori di guasto attivati e disattivati. In questo caso il modello per la simulazione del modulo hardware è utilizzato per individuare il punto ottimo di collegamento fisico dell'attuatore di guasto sul segnale scelto dall'operatore, assicurando l'efficacia e la ripetibilità delle prove.

Oltre a guasti di tipo fisso, THRS permette di valutare i margini di funzionamento mediante l'inserzione controllata di disturbi nei punti critici individuati dalla simulazione. La documentazione relativa all'allestimento dei moduli hardware con gli attuatori e le connessioni di questi con THRS sono gestite in modo automatico per minimizzare il rischio di errori (figura 1). È possibile controllare i segnali all'interno dell'apparato in prova sia in condizioni di funzionamento normale sia nel corso della presenza di un guasto.

La funzione di controllo dei segnali può essere utilizzata anche in esercizio per tenere sotto osservazione apparati critici e individuare le cause di eventuali malfunzionamenti anche temporanei.

3. Prime applicazioni

La metodologia THRS è stata utilizzata con buoni risultati in alcune applicazioni pilota:

- Apparato RED (Ripartitori numerici) per flussi sincroni

STM1. La simulazione effettuata sui soli dati di progetto ha permesso di rilevare la presenza di criticità sui flussi all'interno della matrice di commutazione nel giro di qualche giorno, senza disporre del prototipo. I problemi individuati sono stati confermati da misure successivamente effettuate sul prototipo. Il modello simulativo ha permesso di ottimizzare gli interventi correttivi del costruttore portando ad un successivo rilascio del prodotto.

- Ottimizzazione di progetti di moduli di commutazione per

anche in presenza di disturbi elettromagnetici di livello elevato generati dagli alimentatori.

- Postazione di operatore per il servizio 12. In questo caso l'applicazione di THRS ha riguardato l'analisi delle unità a circuito stampato ritenute più significative del prodotto e ha permesso di individuare criticità potenziali a livello di integrità di segnale che sono state corrette dal costruttore con alcune modifiche del progetto. Una attività analoga è in corso per il concentratore di centrale del sistema di "telelavoro".



Figura 1 Documentazione per l'allestimento delle singole unità a circuito stampato con gli attuatori di guasto.

il ripartitore numerico ATM. L'utilizzo della metodologia THRS ha portato alla realizzazione di prodotti particolarmente robusti funzionanti al primo rilascio nonostante la criticità dell'applicazione. In un caso la robustezza del prodotto ha permesso di rilevare che esso funzionava correttamente

- Inserzione guasti su centrale Italtel UT100 (figura 2). È stato sperimentato il sistema THRS presso il test plant CSELT, effettuando prove di simulazione di guasti sull'unità a circuito stampato di matrice di commutazione del modulo ME di UT; queste prove hanno confermato l'affidabilità della

Osservatorio

metodologia e la praticità nell'impiego del sistema.

- Inserzione guasti sul sistema di commutazione Alcatel 1240. È stato analizzato il progetto di un modulo hardware di gestione annunci della rete intelligente sulla base di dati ottenuti dal costruttore. La sperimentazione della procedura di inserzione di guasti si è svolta con esito positivo presso il test plant di Telecom Italia.

In seguito ai risultati di queste prove, nel corso del 1997 Telecom Italia avvierà l'utilizzo sistematico di THRS per la qualificazione delle centrali di commutazione delle tre tecniche oggi da essa impiegate. Sono state già pianificate attività nell'ambito delle prove a carico limite (PCL) e per apparati DECT di centrale.

Inoltre, un esemplare di THRS con opzioni specifiche per l'applicazione ad apparati ad alta velocità sarà installato presso il test plant della Divisione Rete di Telecom Italia per effettuare prove di valutazione su apparati per la rete sincrona SDH. Sempre nel corso del 1997 la metodologia THRS sarà applicata anche per controllare lo standard qualitativo degli esemplari di produzione di terminazioni di rete ISDN (NT1).

4. Evoluzioni

Il sistema THRS è stato concepito come uno strumento pienamente utilizzabile dai costruttori che consenta al gestore il controllo della qualità intrinseca degli apparati. Allo scopo di diffondere e normalizzare l'uso della metodologia THRS, è stato costituito il THRS User Group (TUG), a cui stanno

gradualmente aderendo le aziende fornitrici di Telecom Italia. Sulla base dei primi incontri tra i membri del Gruppo,

del 1997 riguardano la valutazione preliminare dell'affidabilità di unità a circuito stampato basata su una

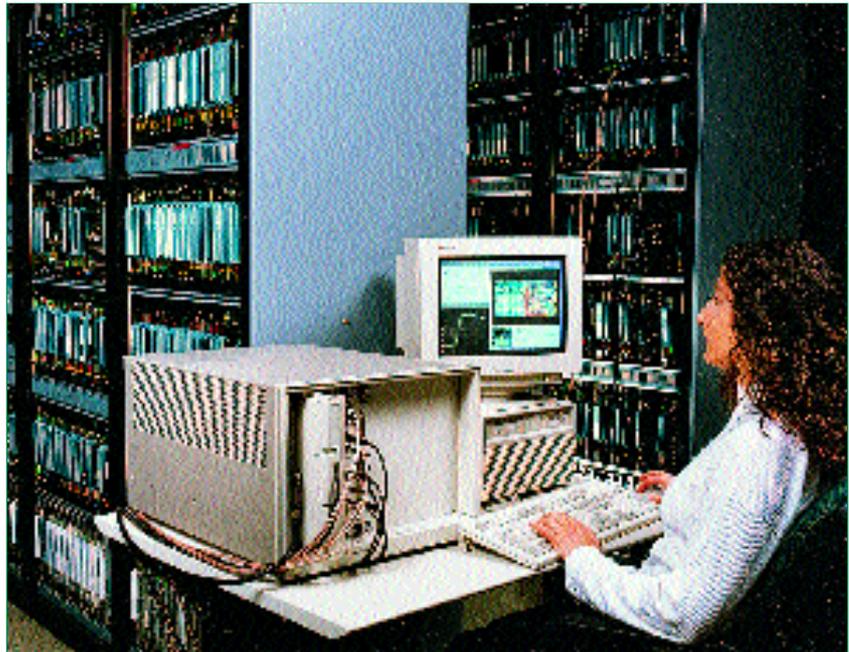


Figura 2 Simulazione di guasti sul sistema di commutazione UT100.

sono state individuate le priorità da assegnare alle evoluzioni dello strumento soprattutto nel settore della compatibilità elettromagnetica.

Inoltre CSELT prevede di estendere la possibilità di effettuare con THRS prove di valutazione globale di robustezza degli autocommutatori, anche mediante sollecitazioni di tipo elettromagnetico, per esaminarne il comportamento sia in situazioni di normale funzionamento sia in situazioni catastrofiche (quali guasti multipli, guasti in concomitanza a picchi di traffico). Una prima attività pilota sarà avviata presso il test plant di Telecom Italia a Torino.

Altri obiettivi definiti per l'evoluzione di THRS nel corso

specifico metodologia definita da CSELT congiuntamente a Telecom Italia e l'integrazione dello strumento nell'ambiente di qualificazione.

Si segnala infine che le caratteristiche del sistema THRS sono disponibili su Internet all'indirizzo www.cselc.stet.it./Cselc/THRS.

Ingg. Piero Belforte, Giancarlo Guaschino, Flavio Maggioni - CSELT- Torino.

Luca Tomassini

ISDN LA RETE NUMERICA INTEGRATA PER I SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE

Editore: Telecom Italia

Anno 1995

Pagg. 256

(Volume distribuito dai PO Divisionali di Telecom Italia)

In un recente scenario di rinnovato interesse commerciale per l'ISDN (Integrated Service Digital Network) trova tempestiva collocazione questa pubblicazione che, attraverso uno stile espositivo chiaro e scorrevole, libero da termini di gergo, offre una visione ampia ed articolata di come l'ISDN si inscrivano nel vario complesso panorama dei servizi di telecomunicazione. Il volume affronta l'argomento da una prospettiva storico-evolutiva passando rapidamente in rassegna le tecniche ed i servizi di telecomunicazione: si passa così dal servizio telegrafico a quelli telefonici e telematici, generalmente offerti su reti diverse, con l'intento di mettere in luce le premesse che hanno condotto a definire e a realizzare una rete in grado di trasferire su una infrastruttura unica, ad elevata qualità, tutte le tipologie di informazioni.

Di seguito è illustrato come l'ISDN permetta di raggiungere questo obiettivo di razionalizzazione delle comunicazioni; dopo i riferimenti alle Raccomandazioni ITU-T ed ETSI, che normalizzano

il livello di trasporto fisico, nel libro sono esaminati gli aspetti relativi alle postazioni d'abbonato soprattutto in termini di configurazioni realizzabili. Nel testo sono descritte le interfacce di accesso alla rete, base e primario, soffermandosi poi sul protocollo di comunicazione impiegato sul canale di segnalazione D. Nel capitolo successivo, dedicato alla descrizione delle tecniche di trasmissione full duplex, appositamente sviluppate per poter consentire un utilizzo con qualità accettabile dell'attuale rete di distribuzione su rame, un particolare accento è posto sulle modalità di propagazione ad alta velocità su coppie simmetriche, HD-SL (High bit-rate Digital Subscriber Line), ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line) e VD-



SL (Very-High bit-rate Digital Subscriber Line) che per le loro proprietà caratteristiche (bidirezionalità, riduzione di banda occupata, attenuazione tollerata ...) trovano il loro campo di applicazione tipico nei servizi diffusivi (ad esempio nel Video On Demand). Il testo prosegue con un'ampia panoramica sui principali terminali disponibili sul

mercato (centrali private, videotelefonici, terminali multimediali), e con una breve ma esauriente descrizione dei servizi gestiti, "storici" e non, e tra questi, di grande attualità, l'accesso ISDN a Internet. E' infine presentata un'analisi dei sistemi trasmissivi su fibra ottica, che sono una delle condizioni determinanti per gli sviluppi futuri rappresentati dalla B-ISDN (Broadband-ISDN).

Claudio Brosco

Linea Centrale Customer Satisfaction
Area Qualità

CUSTOMER SATISFACTION HANDBOOK

Guida per la gestione della Customer Satisfaction

Editore: Telecom Italia

Anno 1996

Pagg. 197

Il mercato dei servizi di Telecomunicazioni in Europa, per lungo tempo in monopolio, sta velocemente cambiando verso un contesto di competizione globale. In questa nuova situazione la capacità di soddisfare la clientela, di aumentare il valore offerto agli utilizzatori e di ridurre i costi di produzione, rappresenta un fattore strategico di successo. In questo quadro il "Customer Satisfaction Handbook" costituisce un riferimento per le attività di analisi e di gestione della soddisfazione della clientela. Raccoglie infatti le metodologie e gli strumenti messi in atto da Telecom Italia per monitorare il rapporto con i clienti e per gestire il cambiamento e il miglioramento.

Il manuale illustra le conoscenze acquisite sul tema all'interno dell'Azienda per favorire l'omogeneità culturale e per stimolare riflessioni che facilitino il cambiamento.

Viene in particolare illustrato il modello di Customer Satisfaction sviluppato in Telecom Italia, che prevede:

- l'ascolto dei clienti per l'analisi del mercato, delle attese e delle percezioni sui singoli aspetti del servizio e sul rapporto complessivo con il fornitore;
- l'analisi del posizionamento

dell'Azienda e del proprio sistema di offerta, sia in ambito nazionale, sia in ambito internazionale;

- l'individuazione delle azioni di miglioramento, anche attraverso il confronto con le migliori Aziende (best in class) e l'utilizzo del benchmarking.

Il libro, strutturato su undici capi-

toli, prevede la possibilità di selezionare tre distinti percorsi di lettura "abbreviati" su tematiche di specifico interesse per il lettore.

In particolare il primo percorso fornisce al lettore il solo inquadramento strategico del tema e la sua declinazione in Azienda.

La seconda possibile lettura consente di approfondire gli elementi utili per gestire la Customer Satisfaction in termini di ascolto, miglioramento e posizionamento sulla qualità.

L'ultimo percorso, più orientato agli specialisti, consente di acquisire la metodologia e le tecniche di rilevazione utilizzate per la rilevazione della soddisfazione del cliente.

Il libro, redatto dalla linea Centrale Customer Satisfaction - Area Qualità di Telecom Italia, è stato pensato per essere impiegato all'interno dell'Azienda.

r.c.

Richieste di informazioni possono essere rivolte direttamente ai numeri 06/3688-5269 o 5473.

Riccardo Melen

ARCHITETTURE DI COMMUTAZIONE ATM

*Editore: Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli
L'Aquila, luglio 1996
Pagg. 241
L. 60.000*

L'ATM (Asynchronous Transfer Mode) è ormai generalmente considerato un elemento tecnico indispensabile per la realizzazione di futuri scenari di comunicazione multimediale pervasiva ed universale.

Tale assunto si basa sulla capacità dell'ATM di permettere, in linea di principio, qualsiasi applicazione con un buon grado di efficienza. Ancora più importante è però il fatto che su questa tecnica convergono gli interessi sia dei gestori di reti pubbliche sia dei fornitori di terminali e reti private: è importante notare come tale pluralità di interessi costituisca la garanzia che il futuro dell'ATM non sarà certamente quello di una tecnologia di rete pubblica in cerca di applicazioni, ma anzi che le applicazioni si svilupperanno di pari passo, ed in certi casi probabilmente precederanno, l'offerta di servizi di comunicazione a livello geografico.

L'utilità di un libro dedicato alla commutazione ATM deriva dalla considerazione che prestazioni e flessibilità di una rete di questo genere sono determinate in primo luogo proprio dalle scelte relative alla tecnologia di commutazione e che in quest'area si

concentrano alcuni dei problemi tecnici più complessi.

Il presente libro è uno dei pochi che tratta esclusivamente questa tematica, e, pur non potendo raccogliere la totalità delle proposte tecniche esistenti, fornisce un modello di riferimento per la classificazione delle soluzioni architettoniche, e un quadro dettagliato delle principali opzioni, corredato degli elementi necessari alla valutazione delle relative prestazioni.

Oltre alla trattazione relativa alle architetture di base, è presente una ampia introduzione alla tecnica ATM, che include la

discussione di alcuni aspetti relativi agli scenari applicativi, e viene inoltre considerato l'insediamento delle funzioni di commutazione di cella nel contesto più ampio di un nodo di commutazione, con i suoi aspetti di controllo, esercizio e manutenzione.

Mauro Giaconi

