

Sottoprogetto 4 - Tecniche di accesso e di interconnessione a larga banda.

É dedicato allo studio e la realizzazione sperimentale di apparecchiature di rete per comunicazioni integrate multimediali (voce, dati e immagini), che impiegano, per il trasferimento dell'informazione, la tecnica ATM.

Sottoprogetto 5 - Realizzazioni sperimentali.

É dedicato, in vista della realizzazione di nuclei di rete integrata a larga banda in alcuni centri urbani, a sviluppare i seguenti obiettivi di ricerca: 1) sperimentazione di servizi di comunicazione; 2) studio e realizzazione di una rete con instradamento a deflessione; 3) studio realizzativo di una rete via satellite per l'interconnessione di LAN; 4) sviluppo di protocolli di alto livello per reti a larga banda; 5) studio di fattibilità di una MAN ottica; 6) studio di fattibilità di ponti radio a onde millimetriche operanti in area urbana.

**Stato di avanzamento 1991 (Terzo anno di attività).
Risultati ottenuti.**

Le attività di ricerca e di normalizzazione, attualmente in corso nel mondo delle Telecomunicazioni, sono rivolte, ormai da alcuni anni, a studiare i problemi connessi con l'evoluzione della rete numerica integrata nei servizi a banda stretta (N-ISDN - Narrowband Integrated Services Digital Network). Tale evoluzione è mirata ad allargare le potenzialità della N-ISDN in modo da soddisfare nuove esigenze di comunicazione che emergono dal mondo degli affari e dall'utenza residenziale. Il fine ultimo di questo processo evolutivo è la cosiddetta rete integrata nei servizi a larga banda (B-ISDN - Broadband ISDN).

Le nuove potenzialità includono: i) comunicazioni di tipo commutato per collegamenti video e dati ad alta velocità, con richieste di banda oltre i 100 Mbit/s; ii) comunicazioni

di dati di tipo senza-conneessione per collegare reti in area locale (LAN) e stazioni di lavoro ad alta velocità; iii) comunicazioni multimediali costituite da voce, immagini e dati; iv) chiamate punto-multipunto in servizi di comunicazione interattivi e distributivi.

Per conseguire questi scopi, si è provveduto a definire l'architettura generale di una B-ISDN, a partire dal modello di base della N-ISDN, pensando le nuove funzionalità a larga banda come evoluzione di quelle esistenti.

Per ciò che riguarda poi le potenzialità di trasferimento a larga banda, è stato definito il cosiddetto Modo di Trasferimento Asincrono (ATM Asynchronous Transfer Mode), che sarà possibile utilizzare sia a livello di interfaccia di accesso alla B-ISDN sia nella sezione interna della rete.

L'ATM è il risultato finale di circa dieci anni di studi su nuovi modi di trasferimento dell'informazione. Tali studi hanno avuto lo scopo di definire una rete di comunicazione come una struttura di trasporto universale, le cui modalità di funzionamento fossero indipendenti dal particolare tipo di servizio di comunicazione offerto.

Nel processo di evoluzione da una N-ISDN a una B-ISDN sono prevedibili alcuni passi intermedi. In una prima fase, per facilitare la fornitura di nuovi servizi di comunicazione, potranno essere utilizzate soluzioni di tipo temporaneo, in cui dovranno coesistere le due modalità tradizionali di trasferimento delle informazioni del tipo a Circuito e a Pacchetto. In questa fase è prevista una graduale introduzione dell'ATM. In ogni caso il completo sviluppo di una B-ISDN richiederà prevedibilmente un periodo di tempo di uno o più decenni.

Questa transizione da N-ISDN a B-ISDN potrà essere realizzata facendo largo uso di nuove tecniche e tecnologie. In particolare la disponibilità della Gerarchia Numerica

Sincrona (SDH - Synchronous Digital Hierarchy), per il trasferimento di informazioni con sistemi di trasmissione su fibra ottica, già da adesso apre nuove prospettive per realizzare reti trasmissive che consentano agevoli inserzioni/estrazioni di flussi informativi e procedure integrate di esercizio e manutenzione.

Le Reti in Area Metropolitana (MAN - Metropolitan Area Network) possono dal canto loro offrire strutture alternative per il trasporto di informazioni, in particolare di dati ad alta velocità in comunicazioni nell'ambito dell'utenza affari su aree geograficamente limitate.

L'introduzione di alcuni tipi di apparecchiature, quali i Ripartitori Elettronici Digitali (DXC - Digital Cross Connect), può consentire procedure di riconfigurazione della rete flessibili ed efficienti.

Ulteriori progressi saranno forniti dall'introduzione di nuovi Sistemi Radiomobile, dalla disponibilità di nuove tecniche di accesso fisico come quelle offerte dalle Reti Ottiche Passive (PON - Passive Optical Network) e, infine, dall'uso di particolari modalità di utilizzazione della fibra ottica (multiplazione a divisione di lunghezza d'onda e sistemi di comunicazione ottica di tipo coerente).

Infine saranno necessari ulteriori progressi nel settore delle tecniche di elaborazione numerica dei segnali allo scopo di definire algoritmi efficienti per la codifica dei segnali audio e video.

In questo quadro di riferimento, ove si collocano le attività del P.F. Telecomunicazioni, i risultati più significativi emersi nel terzo anno di svolgimento del progetto sono individuabili:

- 1) nel completamento della definizione della struttura della rete integrata a larga banda;
- 2) nel completamento della realizzazione di quattro prototipi di sistemi trasmissivi in ottica coerente, oltre che

- nell'approfondimento sperimentale delle proprietà dei materiali per la realizzazione di dispositivi per commutazione ottica;
- 3) nel completamento di una prima versione prototipale di due tipi di terminali multiservizio e multimediali, uno detto "inerpersonale" e l'altro chiamato "telematico";
 - 4) nel completamento della prima versione del cosiddetto "test-bed ATM";
 - 5) nel completamento delle attività di pianificazione per la realizzazione di strutture di rete in area urbana ove poter sperimentare nuovi servizi e applicazioni.

Ulteriori dettagli su questi risultati e su quanto è ulteriormente emerso dalle attività di ricerca svolte nel terzo anno del P.F. Telecomunicazioni viene presentato con riferimento ad ognuno dei cinque sottoprogetti.

Sottoprogetto 1.

Per l'obiettivo 1.1 (Sistemistica di rete), in vista della evoluzione della N-ISDN verso potenzialità a larga banda, sono stati considerati due scenari. Il primo di questi si riferisce ad una realizzazione a breve termine, mentre il secondo è di interesse nel medio termine.

Nel primo scenario sono state considerate soluzioni tecniche che sono già standardizzate o sono in una avanzata fase di standardizzazione. Questo contesto include l'uso di apparecchiature SDH, di MAN, di Sistemi di Accesso Flessibile (FAS - Flexible Access System), di sistemi di trasmissione su fibra ottica e di sistemi via satellite. A questo riguardo specifici argomenti di ricerca sono stati: 1) gli aspetti di esercizio e manutenzione che riguardano l'uso di apparecchiature SDH nel pertinente segmento di rete; 2) i requisiti corrispondenti all'inter-lavoro tra le MAN e le attuali reti geografiche; 3) le opportunità offerte dai FAS e dalle fibre ottiche nella rete di distribuzione; 4) le potenzialità di riconfigurazione della capacità trasmissiva

consentite dai sistemi via satellite.

Il secondo scenario riguarda l'utilizzazione della tecnica ATM e il corrispondente impatto sulla evoluzione della rete. In particolare, con riferimento ad un ambiente B-ISDN, le attività di ricerca sono state finalizzate a: **a)** i criteri di gestione del traffico e delle risorse; **b)** i nuovi requisiti sui sistemi di segnalazione e le corrispondenti esigenze di evoluzione; **c)** il trattamento di comunicazioni senza connessione; **d)** i problemi posti dall'inter-lavoro tra la B-ISDN da un lato e le MAN o la N-ISDN dall'altro; **e)** l'introduzione di amplificatori ottici nella impiantistica della rete di distribuzione; **f)** le prestazioni ottenibili dall'uso di un canale via satellite per trasferire celle ATM.

È stato anche attentamente esaminato il ruolo delle MAN per servire tempestivamente l'utenza affari con esigenze di servizi a larga banda. In particolare sono stati studiati i requisiti generali delle MAN, la caratterizzazione della loro tecnologia, la definizione di una configurazione di riferimento, unitamente ad una analisi e ad una classificazione dei servizi da offrire. In questo contesto sono state esaminate varie architetture di rete (QPSX, FDDI, METROCORE, LION, ecc.). Relativamente poi allo standard emergente IEEE 802.6 è stato realizzato un modello simulativo del relativo protocollo con lo scopo di valutare le prestazioni della rete DQDB. Sono stati anche esaminati in dettaglio i sistemi di gestione delle MAN.

Infine, sono stati considerati i sistemi e i servizi radiomobili. In particolare sono stati analizzati i criteri di localizzazione dell'utente, la gestione della mobilità, alcuni nuovi algoritmi di handover, così come il dimensionamento delle celle radio, con riferimento ad una assegnazione dinamica della capacità trasmissiva.

Per ciò che riguarda l'obiettivo 1.2 (Caratteristiche funzionali degli apparati), le attività di ricerca hanno

riguardato l'individuazione degli aspetti più critici connessi alla evoluzione delle apparecchiature di rete. Come riferimento per l'analisi di tali apparati, sono stati adottati i due scenari definiti nell'obiettivo 1.1.

Per l'evoluzione della rete trasmissiva e in accordo alle attività del CCITT, sono stati definiti il modello per una architettura di rete basata sull'SDH e i criteri per l'inter-lavoro tra gerarchie plesiocrone e sincrone. Relativamente alle apparecchiature SDH, particolare attenzione è stata dedicata all'Add-Drop Multiplexer (ADM) e ai DXC. Gli ADM e i DXC sono stati analizzati con riferimento alle loro caratteristiche fondamentali, alle loro funzionalità, alle loro prestazioni, alle loro compatibilità e ai loro vincoli di configurazione. Inoltre è stata effettuata una classificazione delle funzioni di base delle apparecchiature SDH, con riferimento agli aspetti connessi alla loro gestione e alla sincronizzazione di rete.

Sono state anche studiate le funzionalità e le interfacce delle PON e sono stati affrontati i problemi relativi al protocollo di accesso e agli accorgimenti di gestione. Sono stati effettuati confronti economici al fine di individuare i parametri principali che conducono ad un progetto ottimale delle PON.

Un ulteriore argomento di ricerca ha riguardato le reti nella postazione d'utente (CPN - Customer Premises Network). Dopo la definizione dei servizi supportati e la descrizione delle architetture di CPN utilizzando le tecniche ATM o DQDB, le attività sono state rivolte agli aspetti più rilevanti dell'inter-lavoro tra CPN-ATM e vari tipi di LAN (Ethernet, Token Bus, Token Ring). In particolare è stata investigata la possibilità di comunicazioni senza connessione e con connessione.

Gli studi sulla utilizzazione delle fibre ottiche nella rete di distribuzione hanno riguardato la valutazione di

soluzioni tecniche innovative per la realizzazione dell'allacciamento d'utente in tecnologia ottica. I sistemi di comunicazione coerenti supporteranno nel futuro un largo numero di canali trasmissivi, mediante i quali possono essere forniti servizi sia interattivi che distributivi. In questo quadro è stato effettuato un confronto delle prestazioni ottenibili tramite differenti topologie, assumendo come riferimenti la potenza disponibile e la sensibilità del ricevitore.

Infine, l'impatto dei terminali sulla rete è stato valutato in termini di protocolli, di interfacce, di carico di traffico e di esigenze gestionali. Questo studio è stato completato con un'analisi di mercato delle differenti tipologie di terminale e delle loro potenzialità nel supporto di servizi a larga banda e di applicazioni multimediali.

Nell'ambito dell'obiettivo 1.3 (Sistemi via satellite per servizi HDTV), le attività di ricerca sono state concentrate sullo studio di configurazioni innovative di satellite in grado di trasferire segnali HDTV sia per diffusione diretta (DBS - Direct Broadcasting Satellite), sia per distribuzione a centri di produzione di programmi TV aventi origine da altri centri di produzione o da stazioni trasportabili.

In particolare, è stata riconosciuta l'esigenza di una rete di interconnessione tra le stazioni trasportabili e i centri di produzione. I requisiti di questa rete sono stati identificati in termini di numero di canali richiesti e di caratteristiche dei segnali da trasmettere. Sono state analizzate due possibili soluzioni. La prima di queste è basata sull'utilizzazione combinata di risorse terrestri in ambito pubblico e sulla rete radiomobile. La seconda utilizza un satellite per telecomunicazioni.

Con riferimento a questa seconda soluzione, sono stati esaminati alcuni aspetti relativi ai canali di trasmissione.

In particolare, sono state studiate le degradazioni di segnale dovute alla interferenza di canale e sono stati definiti i sottosistemi che consentono il recupero di portante e di simbolo.

Per ciò che riguarda il segmento spaziale, è stata investigata la possibilità di utilizzare la stessa "carrozza spaziale" per il satellite TLC e per le applicazioni DBS. Relativamente al satellite TLC, si è riconosciuta adatta una copertura multifascio, mentre per il DBS la diffusione di segnali HDTV a 70 Mbit/s pur essere convenientemente effettuata per mezzo di una soluzione monofascio. Nel quadro di questa soluzione combinata, è stato anche effettuato un progetto preliminare del "payload" nella banda di frequenza 30-20 GHz.

Infine, con riferimento alle stazioni di terra, sono state identificate le caratteristiche di alcuni sottosistemi del ricevitore operante nella banda di frequenze intorno a 20 GHz; in particolare l'attenzione è stata rivolta ai filtri passabanda/passabasso e ai primi/secondi amplificatori a frequenza intermedia.

è da sottolineare che tutte le attività svolte nell'ambito del sottoprogetto 1 sono state complementari a studi simili promossi dalla Commissione delle Comunità Europee (CEC). è stata anche seguita con attenzione l'attività degli organi di standardizzazione (ETSI e CCITT) in modo da garantire la consistenza delle soluzioni prospettate con gli standard emergenti dallo scenario internazionale.

Sottoprogetto 2.

I sistemi di comunicazione ottica coerenti sono attualmente all'esame di vari laboratori di ricerca, con lo scopo di esplorare i limiti di tali sistemi e di risolvere i problemi relativi a: 1) la realizzazione di sorgenti ottiche e di ricevitori semplici ed affidabili; 2) la scelta della tecnica di modulazione. Conseguentemente, l'obiettivo 2.1

(Sistemi ottici coerenti) ha riguardato principalmente: **a)** la valutazione di prestazioni di varie tecniche di modulazione quali l'ASK, l'FSK, il PSK, il DPSK e la modulazione di polarizzazione; **b)** l'analisi delle caratteristiche dei componenti per ottenere prefissate prestazioni di sistema; **c)** la valutazione degli effetti delle fluttuazioni di polarizzazione e il confronto dei vari metodi adottati per superarle. Con questi scopi sono state condotte due principali attività di ricerca: la prima con lo scopo di realizzare prototipi sperimentali di sistemi coerenti, la seconda riguardante la realizzazione di alcuni componenti speciali aventi particolare interesse in queste applicazioni.

Le tecniche di rivelazione coerente sono state analizzate da un punto di vista sistemistico. ciò ha riguardato studi sulle caratteristiche dei componenti e su alcuni aspetti generali, quali i formati di modulazione, la codifica di trasmissione, nonché la generazione e la distribuzione delle frequenze. Inoltre, per alcuni componenti di sistema, sono stati sviluppati i relativi modelli teorici, i metodi analitici e i mezzi di simulazione. Tutte queste attività possono essere suddivise in cinque argomenti principali:

- 1) nella teoria e simulazione dei sistemi coerenti, sono stati trattati aspetti generali; i risultati di queste attività sono alcuni criteri, ottenuti da studi teorici o simulativi, che possono essere usati nel progetto di sistema per ottenere migliori prestazioni;
- 2) relativamente al rumore di fase e ai formati di modulazione, le attività hanno riguardato le proprietà statistiche e gli effetti del rumore di fase sulle prestazioni di sistema; lo scopo è stato la scelta del miglior formato di modulazione e la soluzione di problemi relativi al rumore di fase del diodo laser;
- 3) la distorsione della caratteristica di modulazione dei

diodi laser riguarda, nei sistemi FSK, la non uniformità della risposta istantanea del laser al segnale modulante; con lo scopo di diminuire l'influenza di questo effetto, sono state studiate varie soluzioni; alcune di queste adottano una codifica del segnale di pilotaggio della sorgente; altre utilizzano equalizzatori della risposta del laser; altre infine puntano alla realizzazione e alla utilizzazione di sorgenti laser con una risposta in frequenza di tipo uniforme;

- 4) la realizzazione di sorgenti aventi una elevata stabilità di frequenza è un punto essenziale per l'impiego in reti di distribuzione in tecnica coerente; una stabilizzazione assoluta di frequenza è stata ottenuta agganciando la frequenza di emissione di una sorgente ottica con le righe di assorbimento dell'ammoniaca e dell'acetilene nel campo di lunghezze d'onda tra 1500 e 1550 nm;
- 5) le fluttuazioni di polarizzazione e le nonlinearità nella fibra sono sorgenti di sensibili degradazioni nella realizzazione di sistemi che adottano una tecnica di rivelazione coerente; i problemi connessi con la prima causa di degradazione sono stati affrontati sviluppando schemi di ricevitori insensibili alle fluttuazioni dello stato di polarizzazione; per ciò che riguarda la seconda causa di degradazione, è stato effettuato uno studio dell'influenza dell'effetto Brillouin: ciò, nel caso di un sistema a spettro stretto, pone limiti alla potenza trasmissibile in fibra.

Sempre nell'ambito dell'obiettivo 2.1 stati progettati e realizzati cinque prototipi di sistemi coerenti. Tre di questi prototipi utilizzano una tecnica FSK a deviazione larga con differenti caratteristiche di progettazione e di realizzazione; per il problema della non uniformità della risposta in frequenza del laser sono state adottate le soluzioni sopra citate. Un quarto prototipo utilizza la

tecnica DPSK, mentre il quinto utilizza uno schema di modulazione dello stato di polarizzazione (ASPSK). In quattro prototipi i ritmi binari trasmessi sono uguali a 155 o a 622 Mbit/s, mentre la tecnica ASPSK è stata dimostrata ad un ritmo binario di 10 Mbit/s.

Relativamente ai ricevitori e nei casi dei trasmettitori FSK, sono state realizzate soluzioni a singolo filtro. Nel caso del trasmettitore ASPSK, il ricevitore è basato sulla rivelazione dei parametri di Stokes. In tutti questi casi sono state effettuate una completa caratterizzazione dei componenti e una valutazione dei tassi di errore.

Per ciò che riguarda i componenti per sistemi coerenti, sono stati svolti studi sugli aspetti tecnologici connessi alla realizzazione di componenti utilizzando materiali a semiconduttore o elettro-ottici o magneto-ottici. In particolare questi componenti sono: a) un diodo laser sintonizzabile e un front-end del ricevitore integrato; più in dettaglio, è stato realizzato un diodo laser a cavità multipla e a reazione distribuita, da impiegare sia come trasmettitore che come oscillatore locale; con un chip su singolo substrato, sono stati anche realizzati un accoppiatore direzionale un ricevitore doppio p.i.n. bilanciato per uso quale front-end del ricevitore; questa soluzione migliora l'affidabilità dei componenti ed è diretta ad ottenere una riduzione dei costi; b) un modulatore di fase elettro-ottico realizzato su un substrato di niobato di litio; sono stati effettuati lo studio dei metodi di progetto, la simulazione del dispositivo e lo sviluppo dell'intero processo tecnologico; c) un modulatore elettro-ottico su semiconduttore; in questo caso la ricerca ha avuto lo scopo di identificare le geometrie ottimali per commutatori elettro-ottici su semiconduttori composti dei gruppi III-V, insieme con lo studio degli effetti della modulazione di indice di rifrazione e con il progetto del

dispositivo; in questo ambito è stata riconosciuta l'opportunità di effettuare ricerche specifiche riguardanti lo studio, la realizzazione e la caratterizzazione di guide ottiche contenenti MQW (Multiple Quantum Wells); d) isolatori magneto-ottici a film sottile; il problema più rilevante per questi dispositivi è stato la realizzazione di guide d'onda con buone proprietà ottiche; i risultati ottenuti hanno dimostrato la necessità di un forte miglioramento del processo tecnologico con la conseguente opportunità di uso di materiali di tipo diverso.

L'obiettivo 2.2 (Commutazione ottica) ha avuto lo scopo di studiare alcuni dispositivi in grado di commutare segnali ottici facendo uso di un controllo ottico. Dato che le ricerche svolte in questo campo in ambito mondiale sono ancora in una fase preliminare, le attività previste in questo obiettivo devono considerarsi di carattere prevalentemente esplorativo.

Un primo passo verso questo scopo è stata la ricerca di materiali adatti per la realizzazione di dispositivi ottici non lineari. A questo riguardo sono stati seguiti due indirizzi: il primo ha riguardato lo studio delle proprietà dei composti organici, il secondo le possibilità offerte dai semiconduttori MQW.

Per ciò che riguarda il primo di tali indirizzi, sono stati affrontati lo studio, il progetto, la sintesi e la caratterizzazione fisica di alcuni polimeri coniugati con sensibili effetti non lineari. Questi materiali possono essere usati in alcuni dispositivi ottici, quali commutatori ottici e convertitori di frequenza ottici. Risultati a questo riguardo sono stati: 1) la sintesi di composti del polidiacetilene, di oligomeri e di polialchiltiofeni nella forma di film sottili o di soluzioni con significativi effetti non lineari del terzo ordine; 2) la caratterizzazione fisica e ottica dei precedenti composti.

L'utilizzazione delle proprietà altamente non lineari dei MQW è una possibilità molto attraente per ottenere nuovi dispositivi optoelettronici. A questo riguardo per questi materiali è stato identificato un opportuno modello e se ne sono studiate la realizzazione e la caratterizzazione. È stato anche studiato e migliorato il processo tecnologico. Il risultato più significativo è stato la realizzazione di strutture e di dispositivi attualmente in corso di prova.

Circa la caratterizzazione sperimentale delle proprietà ottiche dei materiali non lineari, sono state svolte tre attività principali. La prima di queste ha riguardato lo studio e lo sviluppo di tecniche di misura ultraveloci per impulsi nel campo del decimo di picosecondo. La seconda ha utilizzato un oscillatore parametrico per la generazione di impulsi brevi nel vicino infrarosso. La terza attività è stata indirizzata ad ottenere rivelatori veloci molto sensibili, basati su diodi a valanga a singolo fotoelettrone. Vari prototipi di questi dispositivi sono stati caratterizzati e provati.

Relativamente al progetto e alla realizzazione di dispositivi di commutazione sono state svolte quattro attività principali che hanno portato alla realizzazione di: 1) un risonatore Fabry-Perot basato su dispositivi a semiconduttore MQW; 2) guide d'onda in vetri drogati a semiconduttore e reticoli ottici submicrometrici; 3) fibre ottiche in vetro per lo studio sulla propagazione ed amplificazione non lineare, sulla utilizzazione dell'effetto Kerr e sulle interazioni coerenti per commutazione ottica; 4) un convertitore elementare, sia spazio-temporale che temporale-spaziale, interamente ottico. Una quinta attività è stata rivolta allo sviluppo di software per il progetto e per l'analisi di circuiti ottici integrati lineari e non lineari.

Lo sviluppo di componenti optoelettronici a basso costo è di decisiva importanza per una larga applicazione dei

sistemi di trasmissione ottici. Inoltre i componenti che operano una modulazione di intensità e una rivelazione diretta hanno ormai raggiunto un livello di maturità del tutto adeguato per applicazioni industriali. Pertanto, particolari sforzi sono ora diretti a ridurre i costi di produzione, specialmente nei casi in cui il montaggio rappresenti un elemento critico.

È questo il quadro dell'obiettivo 2.3 (Componenti optoelettronici a basso costo). In questo ambito sono state condotte due attività aventi come scopi: a) la realizzazione di moduli ricetrasmittenti bidirezionali, da utilizzarsi nelle reti di distribuzione e nell'interconnessione di apparati; questi moduli sono stati progettati per operare ad un ritmo binario di 155 Mbit/s e le loro prestazioni sono state accuratamente valutate; b) lo studio, la realizzazione e la prova di un modulo preamplificatore a basso rumore e a larga banda, utilizzabile con schiere integrate di fotodiodi.

Sottoprogetto 3.

Lo scopo principale del Sottoprogetto 3 è lo sviluppo di due stazioni di lavoro multimediali. La prima di queste, chiamata terminale interpersonale TE-I (obiettivo 3.1), è in grado di trattare servizi isocroni (audio e video) ad un ritmo binario massimo di 2 Mbit/s e servizi non isocroni (dati) per applicazioni di messaggistica. Sono anche stati considerati aspetti relativi alla sicurezza e alla rappresentazione di documenti elettronici. Il TE-I è stato progettato per operare in un ambiente completamente ATM e include varie unità funzionali, che cooperano per fornire servizi multimediali in forma integrata.

è stata progettata l'architettura generale del TE-I. Periferiche di sorgente, unità di elaborazione e interfacce di rete sono connesse ad una piattaforma centrale per mezzo di un bus VME. La piattaforma è di tipo commerciale ed è controllata dal sistema operativo UNIX.

Tra le unità di elaborazione del TE-I, possono essere menzionate:

- 1) il processore di dati, che tratta il trasferimento di dati a basso ritmo dal bus VME verso la rete;
- 2) il processore grafico, che consente di visualizzare contemporaneamente differenti tipi di informazione, quali dati, immagini e grafici. Inoltre una sorgente di dati ad alta velocità consente un efficiente trasferimento di informazione "bulky" (quale quella derivante da immagini fisse ad alta risoluzione) al ritmo binario di 34 Mbit/s. La realizzazione di queste unità è stata completata. Le unità periferiche includono un codec audio, un cancellatore d'eco e un codec video. Il codec audio è basato sulla raccomandazione CCITT G.722 e fornisce un flusso CBR (Constant Bit Rate). Esso tratta segnali vocali aventi una larghezza di banda di 3 o 7 kHz e consente servizi telefonici e di audioconferenza. Questa unità è stata completamente realizzata.

Per realizzare un controllo di eco d'ambiente, è stata sviluppata una specifica unità periferica per segnali audio aventi una larghezza di banda di 7 kHz. Il cancellatore d'eco utilizza una tecnica di controllo ibrida, e cioè un soppressore d'eco per componenti di alta frequenza (4-7 kHz) e un cancellatore d'eco per componenti di bassa frequenza (0-4 kHz). Il progetto di questa unità è stato completato; sono stati inoltre provati i primi prototipi VLSI del convertitore A/D e del filtro FIR.

Il codec video è basato su un algoritmo di codifica video ibrido del tipo DCT-DPCM (Discrete Cosine Transform - Differential Pulse Code Modulation) unitamente ad una compensazione del movimento. Il codec fornisce un flusso VBR (Variable Bit Rate) ad un ritmo binario di picco uguale a 2 Mbit/s. Questa unità è stata completata.

L'interfaccia di rete tratta il protocollo e le

funzioni AAL (ATM Adaptation Layer), insieme con i protocolli di basso livello dell'architettura ATM. Le unità di interfaccia di strato superiore e inferiore sono state completamente progettate e realizzate.

Uno scopo dell'attività di ricerca relativa al TE-I è stato anche lo studio di algoritmi di codifica video più innovativi per comunicazioni video e per servizi di memorizzazione / consultazione. Come primo passo, sono stati considerati una tecnica di apprendimento e un algoritmo di codifica a sotto-bande: ciò allo scopo di provarne le relative prestazioni. Allo stato attuale, questi algoritmi sono stati realizzati su una architettura utilizzante transputer.

Per ciò che riguarda la rappresentazione di documenti elettronici, è stato sviluppato un software che utilizza lo standard ODA (Office Document Architecture) e che consente la realizzazione di un "editor" multimediale.

Con riferimento infine agli aspetti crittografici e di sicurezza, nel TE-I è stato affrontato il trattamento di informazioni isocrone e non isocrone.

Il terminale telematico TE-T (obiettivo 3.2) tratta servizi di conversazione e di messaggistica su una connessione N-ISDN, integrando voce, immagini fisse e informazioni di grafici e di testi. Lo scopo di TE-T è di inter-lavorare con una rete ATM, tenendo conto delle cause di degradazioni tipiche di questo ambiente.

La realizzazione del TE-T è basata su un PC che utilizza un bus AT e che è dotato di un sistema operativo UNIX. L'architettura generale del TE-T è il risultato delle attività svolte. Possono essere distinti due tipi principali di unità funzionali: 1) le interfacce di utente e di rete; 2) i manipolatori e i generatori di documenti multimediali.

L'interfaccia d'utente è supportata dal sistema X-window. L'interfaccia di rete: 1) controlla il flusso di informazioni come richiesto da comunicazioni multimediali in