POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Sistemi Wireless-wireline broadband

Original
Sistemi Wireless-wireline broadband / DEL DUCE, V; Ferrero, Valter. - In: ALTA FREQUENZA - RIVISTA DI ELETTRONICA. - ISSN 1120-1908. - STAMPA. - 10:2(1998), pp. 4-9.

Availability:
This version is available at: 11583/1400390 since:

Publisher:
UTET

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

Vittorio Del Duce (RAI – Direzione Diffusione e Trasmissione – assistente del direttore)
Valter Ferrero (POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Elettronica)

SISTEMI "WIRELESS-WIRELINE BROADBAND"

IL PROGETTO CRABS

Introduzione

Il sempre più incalzante affermarsi delle tecnologie in fibra ottica, nonché i massivi programmi di investimento di tutte le società di telecomunicazioni dei paesi industrializzati, facevano intravedere, dai tardi anni 70 in poi , un futuro con tecnologie comunicative "all wired" con l'esclusione di quelle che per loro intrinseca natura dovevano continuare ad affidarsi alle onde radio: le trasmissioni mobili (es. telefonia cellulare) e le trasmissioni satellitari. Proprio in quegli anni però alcune società manifatturiere statunitensi avviarono la progettazione di impianti di telecomunicazioni radio a larga banda finalizzati a consentire direttamente l'accesso all'utente da una centrale di commutazione o da un centro servizi. L'iniziativa sembrava dovesse limitarsi al mercato dei paesi in via di sviluppo ed a quello delle aree marginali dei paesi industrializzati, ma una serie di eventi rilevanti dello scenario delle comunicazioni sta determinando per questa tecnologia sviluppi molto promettenti. Gli accadimenti principali riguardano l'avvento della digitalizzazione, della multimedialità, della interattività, delle reti di computer, della caduta dei monopoli delle TLC, tutte operatività che trovano un tratto estremamente critico nell'ultimo miglio, cioè proprio in quel segmento ove più debole ha potuto essere, per ovvi motivi di gestione degli investimenti, la cablatura a larga banda.
Chi oggi quindi voglia concorrere con una concessionaria telefonica ex monopolista già nel breve periodo può dotarsi di dispositivi WLL (wireless local loop) che consentono l'accesso digitale agli ambienti (domestici e professionali) via radio sia a banda stretta che larga (per trasmissioni dati ad alta velocità) in luogo del doppino, chi voglia concorrere sulle trasmissioni dati ad altissima velocità tra reti di calcolatori trova le hiperlan e infine chi voglia concorrere con i sistemi di CATV trova i sistemi MWS/MVDS tutti già sostanzialmente standardizzati sia come hardware che come protocolli.
In effetti il mercato di queste apparecchiature è andato crescendo vertiginosamente e le previsioni riportano consistenti conferme: in particolare l'ETSI calcola per il wireless, nei prossimi anni, fatturati di 5 miliardi di dollari/anno per una penetrazione del 10% rispetto al wireline, ed il dato è confermato dalle previsioni di allacciamenti WLL (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**) e dalle code di attesa per il telefono a livello mondiale (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**) che fanno intuire un certo grado di interesse per sistemi senza fili e senza scavi.

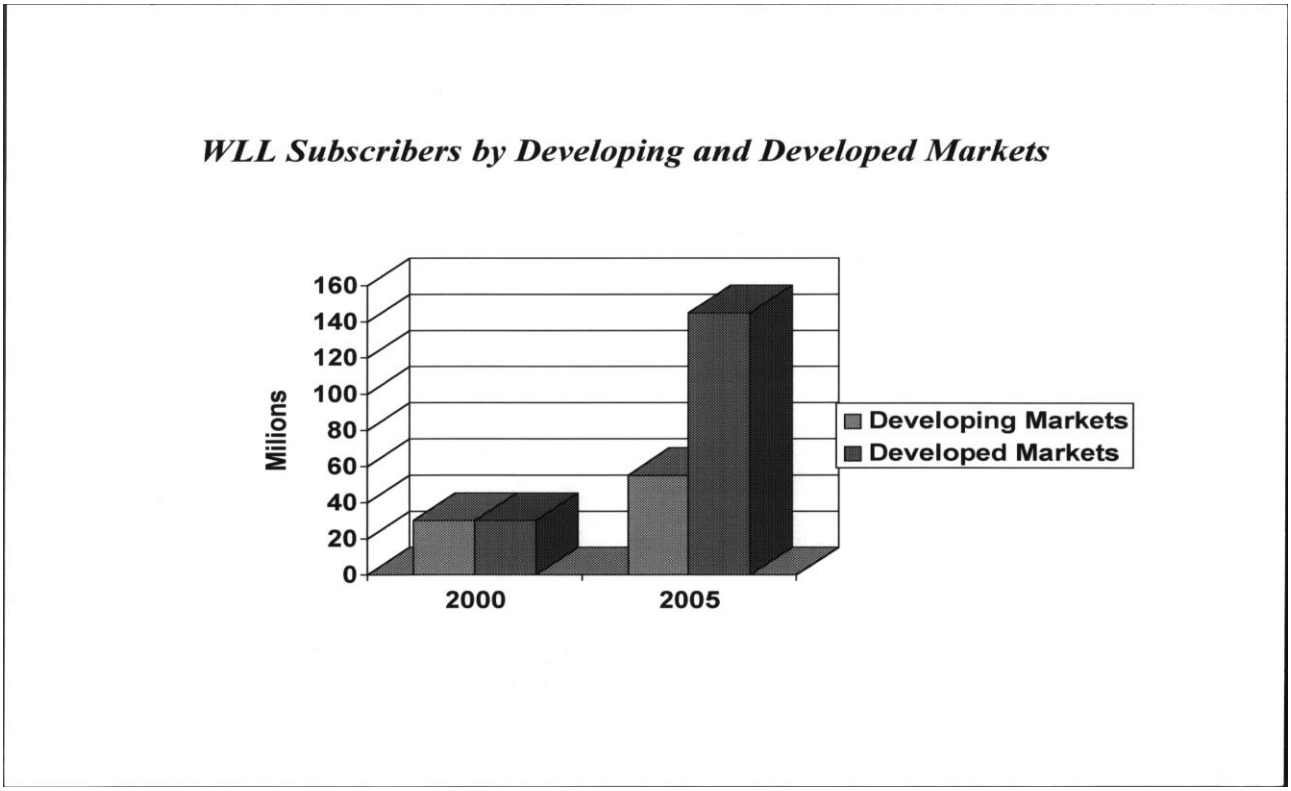

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**

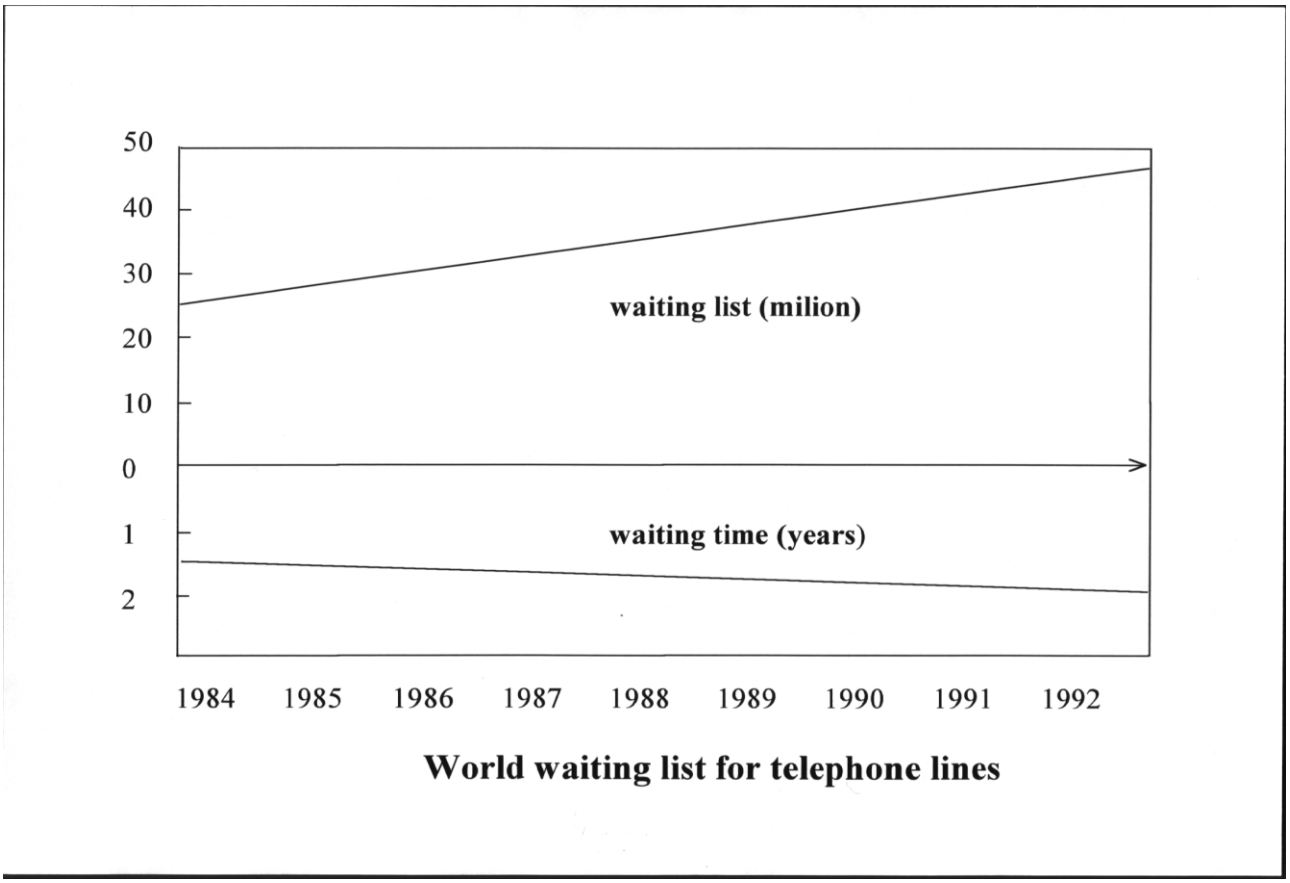

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**

Il confermato interesse, da parte dei servizi audiovisivi e multimediali, all'interattività anche quasi simmetrica (canale di ritorno ≥ 2Mbit/s) viene poi a costituire una forte spinta verso la convergenza con le TLC sia in termini di hardware che di protocolli e di servizi determinando comunità di interessi e di strategie tra iniziative una volta molto distanti.

Le frequenze radioelettriche

Indicatore primario della presenza e dell'espandersi dei nuovi servizi wireless è la domanda di spettro radioelettrico nonché l'adesione delle singole amministrazioni in termini di licenze e poi degli organismi istituzionali sovranazionali (WRC, CEPT, ecc.) in termini di attribuzioni armonizzate di bande di frequenze.
In questa fase i paesi europei utilizzano o hanno in via di formalizzazione l'utilizzo di bande per oltre 2 GHz al di sotto dei 10 GHz ed oltre 3 GHz al di sopra dei 10 GHz; sono interessate le bande dei 2.5, 3.5, 4, 5.5, 10 e 40 GHz.
Altri studi sono in corso da parte del BRAN (Broadband Radio Access Network, gruppo di lavoro ETSI) per il reperimento di altre bande di frequenze o per verificare la possibilità di condivisione con altri servizi, soprattutto con il servizio fisso ed il point-multipoint, ed infine per la standardizzazione di altri sistemi.
Il complesso delle attività legate al reperimento di cospicue risorse in termini di frequenze per i sistemi wireless è ulteriore conferma dell'intensificarsi di iniziative ed investimenti in materia. A livello europeo sono in corso numerosi studi e ricerche, in parte anche finanziati dalla stessa Comunità. La RAI sta partecipando ad un progetto sperimentale (CRABS), incentivato dalla UE, nella banda dei 40 GHz.

Le esigenze del mercato e il problema delle reti audiovisive terrestri in Italia

Con l'evolversi dei messaggi audiovisivi interattivi, multimediali e didattici, maturerà sempre più l'esigenza di rendere disponibili all'utente un numero molto alto di canali digitali locali, unitamente a quella di un canale di ritorno di alta qualità (2Mb/s) e basso costo, al fine di soddisfare la crescente domanda di comunicazione interattiva, peraltro stimolata dai noti fattori congiunturali (la promessa delle tecnologie digitali, la convergenza TV-PC, Internet, i microservizi informatici e telematici, la caduta dei monopoli, la necessità di nuovi posti di lavoro, ecc.).
Le difficoltà con cui stanno procedendo i cablaggi audiovisivi rendono remota in Italia la

disponibilità, per questa via, di servizi non satellitari e locali. Per il canale di ritorno da utente poi si è acquisita la sola opzione a banda stretta, sia nel comparto broadcasting che in quello telecomunicazioni.
Da tempo sono presenti le esigenze di portare radio e TV di buona qualità in zone dove è degradato in modo cronico il servizio VHF-UHF, nonché quelle della tutela degli ambienti urbanistici di rispetto.

La ristrutturazione delle attuali reti televisive per via legislativa si attuerà in tempi non inferiori ad un quinquennio e solo allora si potrà pensare di avviare concretamente la
TV e radio digitali terrestri nelle bande VHF-UHF.
Appare quindi indispensabile individuare altre opzioni da associare a quelle più convenzionali per adeguare in modo ottimizzato e tempestivamente le reti terrestri in Italia.
Si ritiene che le tecnologie cellulari a 40GHz, studiate e sperimentate dalla RAI nel progetto CRABS, possano costituire una interessante proposta per la soluzione dei problemi delineati.

L'esperimento CRABS

La sperimentazione in corso in materia di reti cellulari digitali interattive per servizi audiovisivi multimediali, definita nel progetto UE CRABS (Cellular Radio Access for Broadband Services) si articola, per quanto di competenza nazionale, in:

-applicazioni tecnologiche
- -verifica della stabilità della trasmissione in siti reali
- -criteri di dimensionamento delle aree di servizio
- -studio applicativo di fattibilità di impianti centralizzati in fibra ottica di basso costo
- -criteri di utilizzazione di canale di ritorno a larga banda (almeno 2Mbit/s)
- -architettura Fast Internet di cella coordinata con quella satellitare

-nuovi servizi
- -teledidattica interattiva
- -diffusione di programmi digitali satellitari
- -programmi di supporto ad handicappati
- -Fast Internet

Al progetto hanno stanno collaborando, oltre la Direzione Trasmissioni e il Centro Ricerche della RAI, enti e società particolarmente quotati nei comparti disciplinari di interesse (Philips Research Italia, Politecnico di Torino per il sistema in fibra ottica a basso costo, Politecnico di Milano per la propagazione delle radioonde, la FUB per lo studio della classe elettronica ed altri).
Il lavoro fin qui svolto, è consistito in applicazioni su tutte le voci tecnologiche da considerare, comprensive di interattività a banda stretta per servizi NVOD e Fast Internet. Per quanto riguarda i servizi di teledidattica si sono effettuati dei test di classe virtuale con collegamenti in bassa frequenza e nel corso del 98 la sperimentazione verrà ripetuta

collegando le classi via radio.
Nel contesto, ed in particolare nelle prove sul campo "Mostra del Cinema di Venezia 1996/97", "SMAU 96/97-Milano", "Festival Cartoons on the Bay - Amalfi '97", "Cyberspazio-Napoli 97", si è potuto prendere atto della novità, ma anche della maturità, di gran parte delle tecnologie di trasmissione e ricezione, nonché della loro flessibilità in termini di trasporto, installazione ed inesauribilità in infrastrutture esistenti.
Il progetto ha comportato inoltre l'installazione di trasmettitori in un certo numero di città italiane, per un appropriato periodo di tempo, al fine di espletare in modo affidabile le diverse procedure sperimentali.

Descrizione degli esperimenti

Sul territorio italiano sono state realizzate 5 celle: 3 nella città di Milano (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**), 1 ciascuna nelle città di Torino e Brescia; un'altra cella verrà realizzata a Roma in primavera. Inizialmente gli esperimenti riguarderanno lo studio degli apparati e delle aree di copertura in relazione alle caratteristiche delle postazioni scelte, con relative misure di campo correlate alla situazione climatica.
A Milano in una postazione sulla torre della RAI sono stati installati due trasmettitori MVDS che realizzano due celle adiacenti; la seconda postazione è ad una distanza di circa 5 km dalla prima e ospita un trasmettitore MVDS orientato in modo da generare interferenze sulle celle della prima postazione. La distanza della seconda postazione è stata scelta considerando dati interferenziali calcolati.

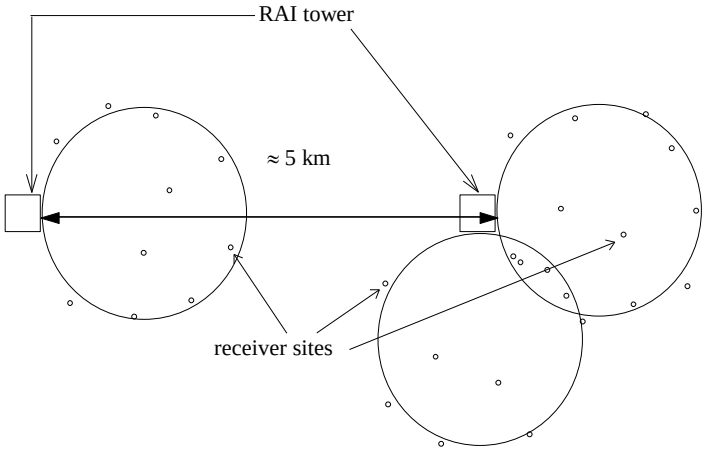

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**:
Struttura cellulare dell'esperimento di Milano

A Torino il trasmettitore è stato installato presso la Sede RAI di via Cernaia e le postazioni riceventi presso il Centro Ricerche RAI e il Politecnico di Torino. Vengono effettuate rilevazioni precise delle interferenze e vengono sperimentati sistemi di ricezione comunitaria in fibra ottica a basso costo.
A Brescia è stato installato un trasmettitore presso la postazione "Brescia - Vedetta". Rispetto a quelle di Milano, Torino e Roma questa postazione è ad una quota più elevata

rispetto all'area da servire e permetterà di valutare i possibili vantaggi di copertura con trasmissioni da siti elevati.
A Roma si procederà a due diverse sperimentazioni: quella di un servizio di teledidattica interattivo (tra docente e studenti) e quella di valutare le dimensioni di cella in una grande area metropolitana caratterizzata da un territorio particolarmente ondulato.
I paragrafi successivi descrivono le scelte di sistema adottate per la realizzazione degli impianti di trasmissione e di ricezione.

Stazione trasmittente

Tenendo conto della natura degli esperimenti che devono essere eseguiti si è considerato opportuno alimentare i trasmettitori MVDS con un flusso digitale via satellite in banda 11/12 GHz. Per questo motivo in ogni sito trasmittente sono stati installati un'antenna parabolica da 1.5 m e un ricevitore da satellite professionale per avere un segnale di buona qualità in ingresso al trasmettitore MVDS. Il segnale in uscita dal ricevitore da satellite è quindi una IF a 70 MHz modulata QPSK in grado di alimentare direttamente il trasmettitore MVDS (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**).

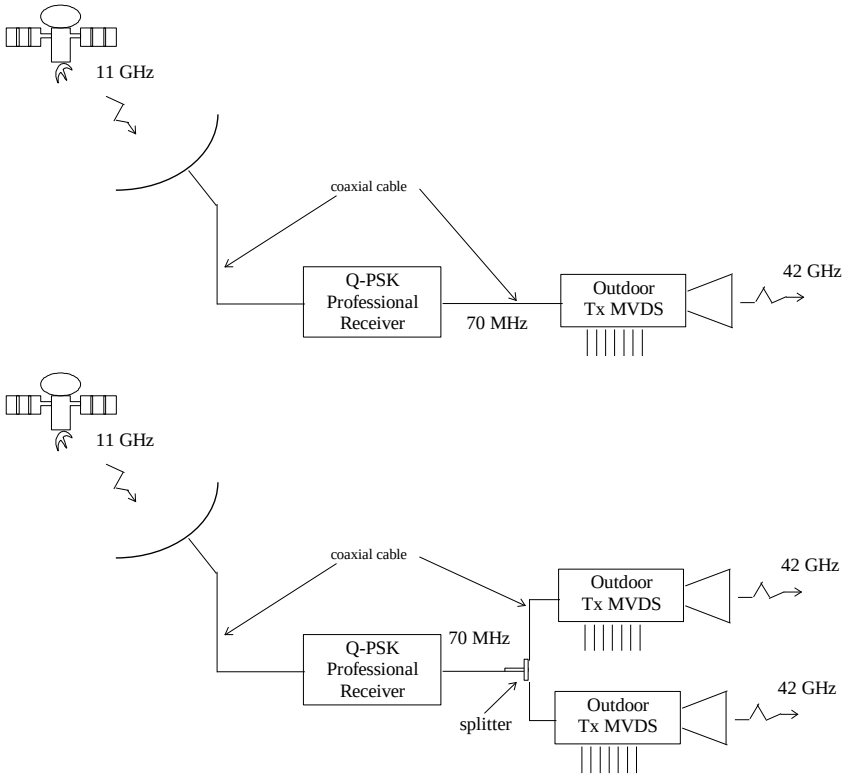

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Sistemistica del collegamento downlink nelle stazioni trasmittenti con uno o più trasmettitori

Stazione ricevente

Nella prima fase, oltre le stazioni riceventi RAI, dotate di apparati di misura per valutare la copertura del trasmettitore rilevando il BER e analizzando il segnale ricevuto, sono in corso di realizzazione 10 impianti riceventi per ogni cella allo scopo di sottoporre il servizio al giudizio di gruppi di utenti selezionati che dovranno compilare appositi questionari.

Gli impianti di ricezione da utente sono costituiti da un'unità esterna composta da una antenna (del diametro di 15-20 cm) integra con il ricevitore a 42 GHz. L'uscita del ricevitore, in banda L (0.95-1.95 GHz), viene collegata in cavo al decodificatore digitale satellitare (IRD) alimenta l'Integrate Receiver Decoder nell'intervallo di frequenza 0.95 ÷ 1.95 GHz (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**).

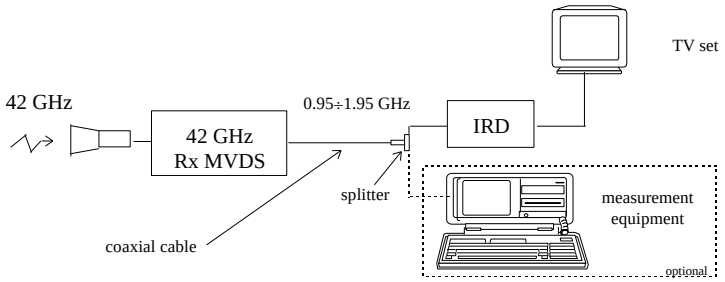

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Sistemistica del collegamento downlink nelle stazioni riceventi

Estensione degli esperimenti e ulteriori studi

Gli esperimenti della prima fase evolveranno in due direzioni: eliminazione di eventuali zone d'ombra all'interno delle celle di copertura e realizzazione a Roma del servizio di teledidattica già sperimentato con la simulazione del canale a radiofrequenza.
La tecnica da adottare per la copertura delle zone d'ombra dipenderà anche dal risultato degli esperimenti sulle celle interferenti a Milano ossia sul tipo di pianificazione che sarà possibile realizzare. In ogni caso sarà opportuno verificare la realizzabilità pratica di schermi riflettenti ("gap filler" passivi) posizionati opportunamente per servire utenti non in vista ottica con il trasmettitore principale.
Il servizio di teledidattica sarà invece realizzato con il downlink verso gli utenti nella banda dei 40 GHz e un canale di ritorno, di elevata capacità, fuori banda, non essendo al momento disponibili soluzioni in banda.
Al riguardo sono allo studio diverse ipotesi che considerano vari schemi di accesso alla rete (CDMA, TDMA, FDMA e ibridi tra essi, nonché l'impiego del protocollo ATM) e cercano di adattare al MVDS sistemi wireless già esistenti quali il DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone). La scelta definitiva del tipo di accesso wireless alla rete dipenderà principalmente dal tipo di servizio che si intenderà fornire e quindi da quali caratteristiche in termini di traffico, assegnazione delle risorse e ottimizzazione dello spettro saranno richieste.

Distribuzione di servizi video digitali a larga banda su reti ottiche passive ([1]MAPON)

Nell'ambito del progetto CRABS, il Politecnico di Torino ha studiato la fattibilità e realizzato un dimostratore per la diffusione del segnale ricevuto via radio ad una

[1] Master Antenna Passive Optical Network

molteciplità di utenti tramite un sistema di distribuzione trasparente in fibra ottica.

La gamma di frequenze utilizzata per queste applicazioni (1-2GHz), l'alto numero di utenti e la relativa lunghezza elevata (300m) delle tratte di rete di distribuzione all'interno dell'edificio, nell'ipotesi di soluzione standard richiede l'utilizzo di cavi coassiali molto costosi di considerevoli dimensioni fisiche e limitata flessibilità meccanica (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**), causando notevoli problemi nel cablaggio dell'edificio.

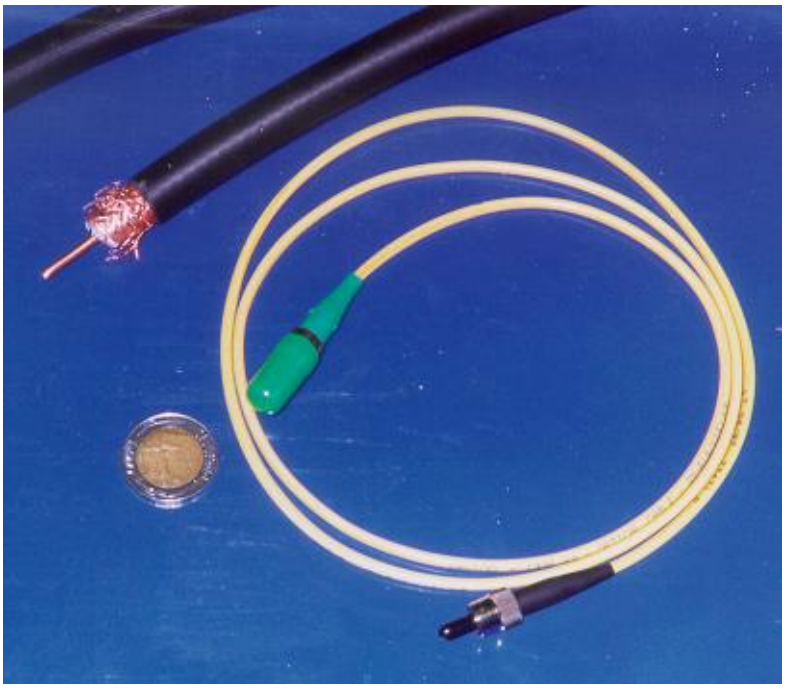

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Confronto tra le dimensioni fisiche di un cavo coassiale utilizzato per reti a larga banda con lunghezza di rete elevate, e quelle di una fibra ottica.

La diminuzione del costo dei componenti ottici e delle fibre ottiche permette di risolvere tali problemi utilizzando una rete ottica passiva che sostituisca il cavo coassiale all'interno dell'edificio.

Infatti le dimensioni fisiche delle fibre ottiche (circa 2mm di diametro, vedi **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**) e le proprietà dielettriche e meccaniche (notevole flessibilità) del materiale di cui sono costituite (vetro), permettono una semplificazione nelle operazioni di cablaggio dell'edificio.

Per dimostrare la fattibilità di tale soluzione, il gruppo di ricerca del Politecnico di Torino ha realizzato una rete di distribuzione in fibra ottica.

In particolare si è progettato, sviluppato e realizzato l'hardware necessario a realizzare tale Master Antenna Passive Optical Network (MAPON) e si è effettivamente utilizzata per la distribuzione una rete ottica cablata all'interno del Politecnico. Il trasmettitore ottico (convertitore elettro-ottico) ed il ricevitore ottico (convertitore ottico-elettrico, vedi **Errore.**

L'argomento parametro è sconosciuto.), sono stati realizzati con una tecnologia a basso costo.

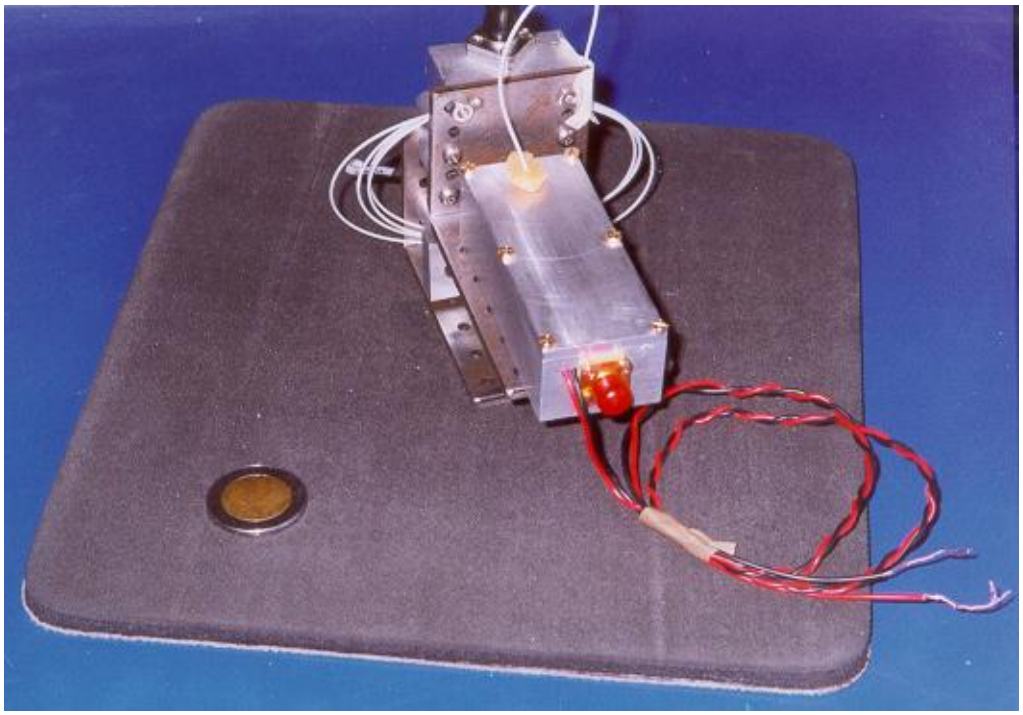

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Ricevitore ottico (convertitore elettro-ottico), versione ingegnerizzata.

Nell'esperimento, un segnale da satellite con un certo numero di portanti digitali è ricevuto tramite una antenna parabolica, e suddiviso in potenza su due rami. Un ramo è connesso direttamente al set-top box (decodificatore digitale integrato) in modo da visualizzare il segnale ricevuto da satellite, l'altro è connesso al trasmettitore ottico (convertitore elettro-ottico); il segnale convertito in luce si propaga quindi attraverso la rete in fibra ottica del Politecnico (fibra standard multimodo 62.5/125). È stato inoltre utilizzato un attenuatore ottico che permetta di controllare la potenza ottica in modo da stimare il massimo numero di utenti che l'hardware è in grado di supportare. La visualizzazione del segnale dopo la conversione ottico-elettrica è resa possibile grazie all'utilizzo di un secondo set-top box. Nelle figure di seguito elencate sono rappresentati una schema a blocchi del sistema (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**) ed una fotografia del sistema attuale (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**).

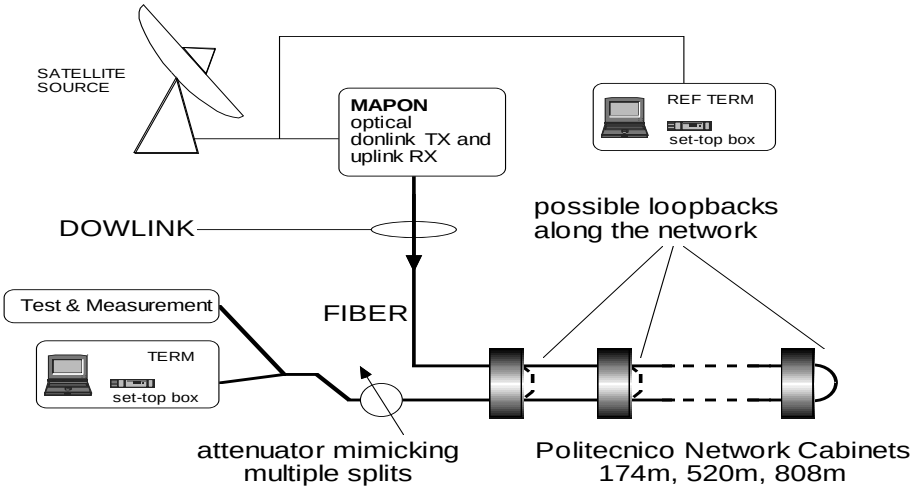

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Schema a blocchi dell'esperimento MAPON

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Sistema attuale

Il sistema, testato mediante un segnale ricevuto dal satellite HOTBIRD (8 portanti digitali) e da ASTRA (23 portanti digitali), ha funzionato con una lunghezza di fibra pari a 800 m per entrambe le configurazioni. È stata misurata una attenuazione ottica disponibile (per ASTRA, caso peggiore) pari a: portante peggiore: 18dB, portante migliore: 22dB; questo significa che tale hardware è in grado di supportare fino a 32/64 possibili utenti. Di

seguito sono riportate le misure dello spettro del segnale RF in ingresso al trasmettitore (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**) e quello in uscita dal ricevitore ottico, ovvero dopo la conversione ottico-elettrica (**Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**).

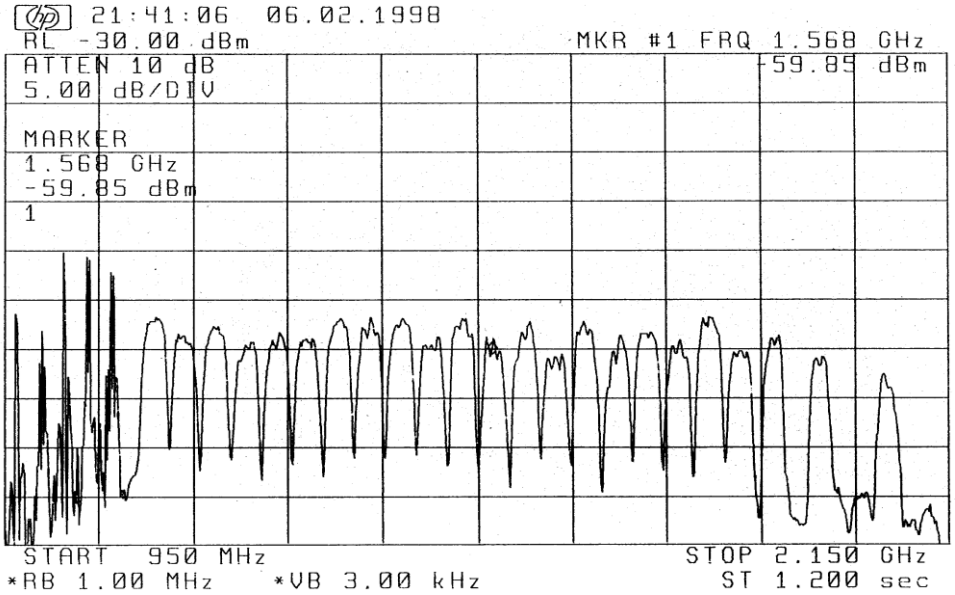

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Misura dello spettro del segnale in ingresso al trasmettitore ottico.

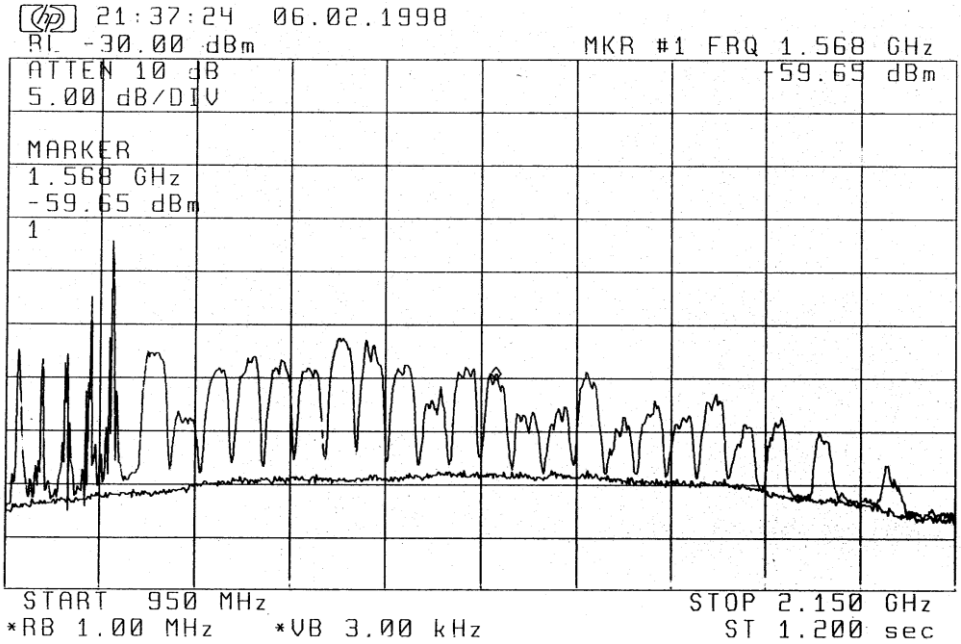

Figura **Errore. L'argomento parametro è sconosciuto.**: Misura dello spettro

Tramite questo esperimento è stata dimostrata la fattibilità di una distribuzione di segnali televisivi a larga banda su fibra ottica mediante sistemi a costo limitato: il costo del trasmettitore è di 350 US$, quello del ricevitore è di 150 US$. Tali costi si riferiscono a componenti acquistati in numero assai limitato per lo sviluppo del prototipo, e si ridurrebbero drasticamente nel caso di una produzione in serie del sistema. Inoltre, il dispositivo più costoso (il trasmettitore) ha un costo che va diviso per il numero di utenti.

Considerazioni finali

I sistemi wireless a larga banda si possono candidare per le iniziative avanzate, con profilo attuativo di breve termine, nel campo dei servizi di diffusione terrestre di messaggi multimediali interattivi e per la convergenza forte con le TLC per varie ragioni:

-La maggior parte delle amministrazioni europee ha concordato di attribuire ai sistemi wireless multimediali (MWS) 2GHz di banda di frequenze (40,5-42,5GHZ), ovvero risorse pari a 100 transponder satellitari da 34MHz corrispondenti a 4/500 programmi TV digitali. Queste risorse sono a tutt'oggi libere e realisticamente disponibili per la messa in opera di sistemi pianificati a regola d'arte.
Si sta inoltre discutendo per acquisire al MWS l'ulteriore GHz 42,5-43,5GHz per il canale di ritorno, ed anche altre bande di frequenze.

-È disponibile sul mercato l'intera linea di apparati professionali e di largo consumo, totalmente coerente con i sistemi digitali satellitari, a prezzi interessanti nonostante la congiuntura ancora a tendenza monopolistica. L'ulteriore evoluzione del mercato dovrebbe portare sostanziali miglioramenti dell'ingegnerizzazione, nonché marcate riduzioni dei prezzi. Dato il cospicuo numero di frequenze disponibili il costo di contatto per utente, anche ai prezzi attuali, in zone almeno mediamente abitate, è inferiore a quello dei sistemi convenzionali VHF-UHF e di più ordini di grandezza a quello dei sistemi cablati sia interrati che aerei.

-La articolabilità e la modularità della struttura cellulare wireless rendono possibili ripartizioni appropriate di oneri, investimenti ed attività tra gruppi differenziati di interesse.

-L'adozione di una struttura di rete cellulare, con maglie settoriali di dimensione 3-5km, è funzionale ad una efficiente gestione della interattività a larga banda oltre che ad una possibilità di aggregazione differenziata e flessibile delle celle, in funzione delle esigenze del servizio. Inoltre gli investimenti per la struttura trasmissiva possono essere graduati in modo ottimizzato, sia nella fase sperimentale che in quelle successive, sia per il traffico audiovisivo-multimediale che per le TLC avanzate. La struttura è inoltre molto aperta a successive evoluzioni tecnologiche.

-La linea di produzione degli apparati di trasmissione professionali può realisticamente essere di interesse di imprese nazionali, anche medio piccole, che potrebbero puntare ad una parte non secondaria dell'eventuale mercato europeo. In tal senso sono già in essere alcune rilevanti iniziative.

-La presenza di un'altra banda ricevuta 950-2050MHz unitamente ad un canale di ritorno da almeno 2Mbit/s costituirebbero un sovraccarico per il cavo di discesa dall'antenna all'utente finale. Alla luce dell'esperimento di distribuzione in fibra ottica eseguito dal Politecnico di Torino, il sistema ottico di distribuzione sembra decisamente competitivo rispetto a quello su cavo coassiale, sia in termini di prestazioni che di costi. Inoltre, permette di risolvere notevoli problemi nel cablaggio dell'edificio, e lascia la possibilità di inserzione di eventuali nuovi futuri servizi sfruttando la notevole larghezza di banda della fibra ottica.

-Il sistema cellulare presenta complessi problemi di collegamenti ad alta capacità tra gruppi di celle contigui, tra gruppi di celle contigui ed un centro servizi ed tra centri servizi con dorsali a lunga distanza terrestri o satellitari. La facile accessibilità, i costi contenuti dei collegamenti periferici e la effettiva flessibilità, costituiscono fondamentale connotazione di utilità produttiva di questo sistema di collegamento. A tal fine sembrano molto interessanti alcune recenti proposte satellitari.

-Come già detto, fulcri di utilità per un sistema di comunicazione audiovisivo ad alta capacità di canali ed interattivo a larga banda vengono ritenuti la teledidattica, le comunicazioni locali (comprese quelle per handicappati) ed il Fast Internet. Le relative soluzioni tecnologiche garantirebbero inoltre la operatività di sevizi più commerciali, quali home banking, home shopping, NVOD, pay per view, ecc.

*****