POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Master Antenna Passive Optical Network per la distribuzione di servizi televisi digitali a larga banda nel progetto europeo ACTS CRABS

Original
Master Antenna Passive Optical Network per la distribuzione di servizi televisi digitali a larga banda nel progetto europeo ACTS CRABS / Ferrero, Valter; Poggiolini, Pierluigi; Benedetto, S.. - (1999), pp. 33-36 / Paper A2.3. (Intervento presentato al convegno FOTONICA '99 nel June).

Availability:
This version is available at: 11583/1411846 since: 2016-11-07T13:08:46Z

Publisher:

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

Master Antenna Passive Optical Network per la distribuzione di servizi televisivi digitali a larga banda nel progetto Europeo ACTS CRABS

Valter Ferrero, Pierluigi Poggiolini e Sergio Benedetto
Politecnico di Torino, Dipartimento di Elettronica
Corso Duca degli Abruzzi 24, I-10129 Torino, Italy

An experiment of digital video distribution through a PON has been carried out in the framework of the European Project CRABS. The system uses cheap components and permits distribution to 32/64 users over 250 m of fibre.

1. Introduzione

La crescente richiesta di servizi televisivi di alta qualità (fast Internet, video conferenza, video on demand etc) sia nell'area professionale che in quella domestica ha permesso l'introduzione delle tecniche digitali per fornire l'interattività all'utente finale.
Attualmente la distribuzione televisiva è principalmente *"broadcast*" via radio, oppure via cavo o via satellite. Convenzionalmente la distribuzione *broadcast* via radio utilizza la tecnologia analogica ed il passaggio a quella digitale non sembra semplice.
La soluzione via cavo invece permetterebbe l'utilizzo di tecnologie digitali sia per la distribuzione sia per l'interattività (anch'essa digitale), a scapito di grossi investimenti per il cablaggio delle aree urbane e costi pressoché improponibili nelle aree suburbane e rurali.
La distribuzione via satellite permetterebbe di raggiungere utenti ubicati pressoché ovunque, ma l'interattività può essere solo marginale (attraverso linea telefonica), comunque servizi interattivi richiedenti una banda ampia come ad esempio la video conferenza, sono fuori questione.
Il progetto Europeo ACTS CRABS [1][2] *(Cellular Radio Access for Broadband Services)* utilizza un approccio differente, ovviando ai problemi della CATV [3][4][5] per la distribuzione televisiva, attraverso una rete cellulare via radio a 40 GHz (vedi Figura 1). Il raggio tipico di ogni cella è di circa 5 km nelle aree rurali e meno di 1 km nelle aree urbane.
I canali televisivi digitali sono allocati in frequenza secondo lo standard DVB-S *(Digital Video Broadcast Satellite),* traslati però su una portante a 40 GHz; in questo modo una volta convertito il segnale nella prima IF (1-2 GHz) tramite un ricevitore a microonde, questo può

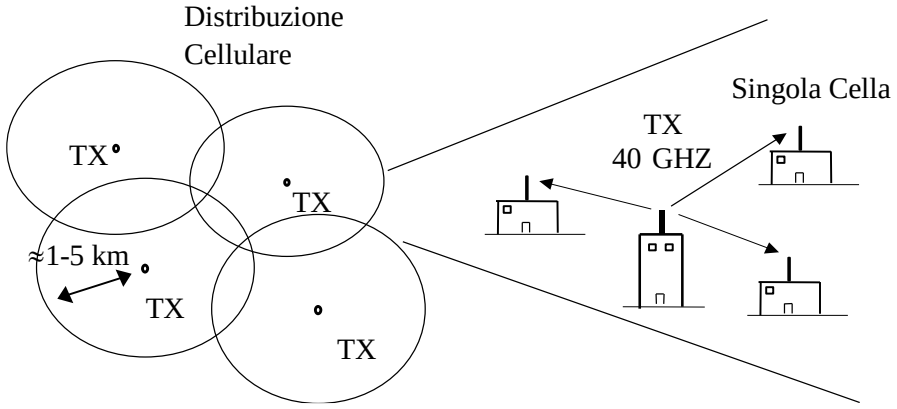

Figura 1: Distribuzione cellulare via radio a 40 GHz

essere ricevuto da ogni singolo utente utilizzando un set-top-box per televisione digitale da satellite. Con tale approccio i costi d'implementazione possono essere certamente minori rispetto quelli richiesti dalla CATV.
Un importante problema del progetto CRABS che deve essere risolto, è la distribuzione del segnale 40 GHz, ricevuto tramite una *Master Antenna* collocata sul tetto di un edificio e convertito alla frequenza intermedia (1-2 GHz), agli utenti ubicati all'interno dell'edificio medesimo.
La gamma di frequenze utilizzata per queste applicazioni (1-2 GHz), l'alto numero di utenti e la lunghezza relativamente elevata (300m) delle tratte di rete di distribuzione all'interno dell'edificio, richiedono nell'ipotesi di soluzione convenzionali l'utilizzo di cavi coassiali molto costosi, di considerevoli dimensioni fisiche (circa 25mm) e limitata flessibilità meccanica, causando notevoli problemi nel cablaggio dell'edificio.
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) 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), sono stati realizzati con una tecnologia a basso costo.

2. Descrizione dell'esperimento

Nell'esperimento, un segnale da satellite con un certo numero di portanti digitali è ricevuto tramite un'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), tramite la quale è possibile impostare

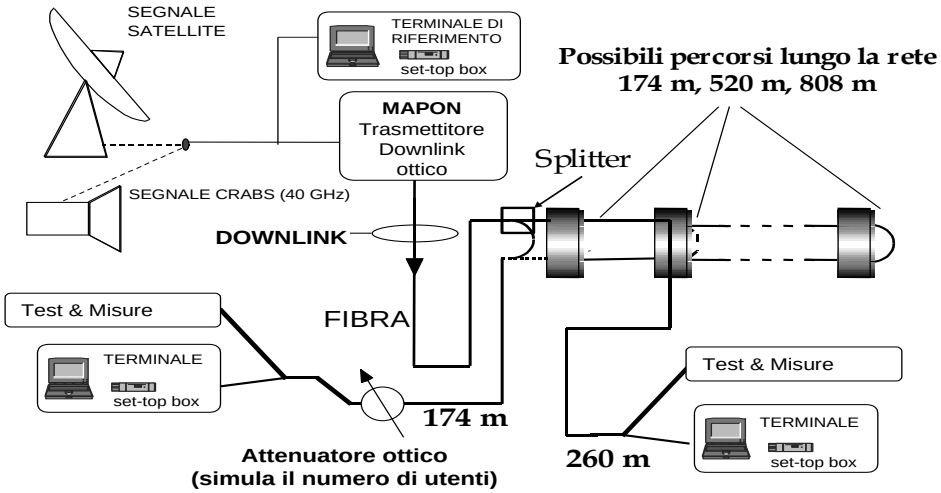

Figura 2: Schema a blocchi dell'esperimento

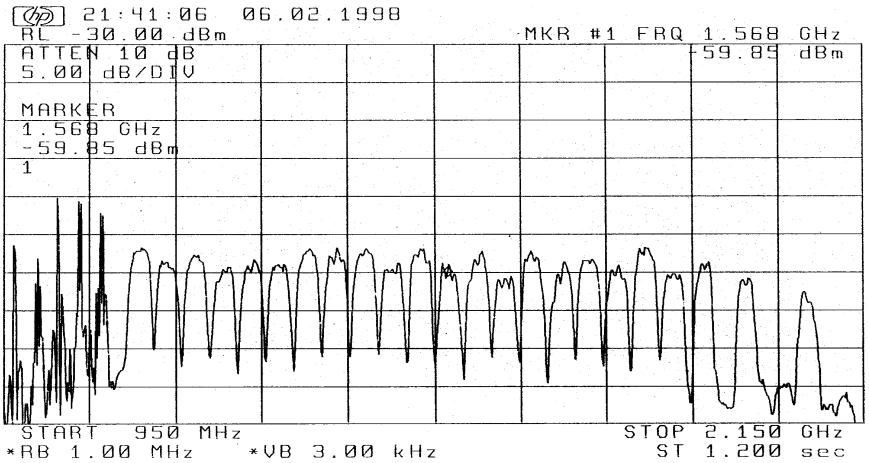

Figura 3: Misura dello spettro del segnale in ingresso al trasmettitore ottico

diverse lunghezze di collegamento: 174 m, 520 m oppure 808 m. È stato inoltre utilizzato un attenuatore ottico che permette 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; il terminale di monitoraggio e quest'ultimo, sono nella medesima locazione in modo da poter comparare il segnale ricevuto dall'antenna e quello dopo la conversione ottico-elettrica. Un terzo terminale è utilizzato per controllare e misurare il segnale in una differente locazione dopo 274 m di collegamento ottico. In Figura 2 è rappresentato uno schema a blocchi del sistema.

3. Misure e risultati sperimentali

Il sistema, testato mediante un segnale ricevuto dal satellite HOTBIRD (8 portanti digitali), da ASTRA (23 portanti digitali) e da una sorgente a 40 GHz CRABS (2 portanti), ha funzionato con una lunghezza di fibra pari a 808 m per tutte le configurazioni. È stata misurata una attenuazione ottica disponibile (per ASTRA, caso di sorgente peggiore) pari a: portante peggiore: 18 dB, portante migliore: 22 dB; questo significa che tale hardware è in grado di supportare fino a 32/64 possibili utenti, ipotizzando una rete di distribuzione ad

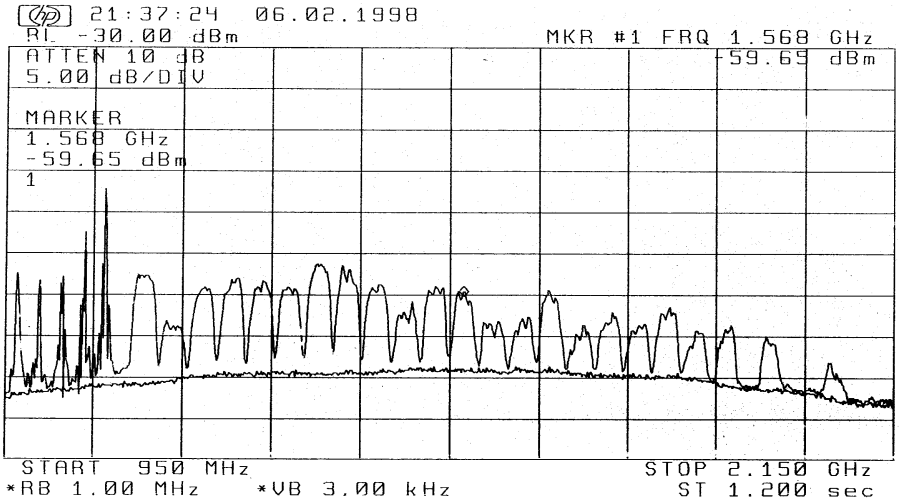

Figura 4: Misura dello spettro del segnale dopo la conversione ottico-elettrica

albero con una perdita per divisione di potenza di 3 dB ad ogni splitter, più una certa perdita in eccesso (0.5 -1 dB). In questo paragrafo sono riportate le misure dello spettro di potenza del segnale RF in ingresso al trasmettitore (Figura 3) e quello in uscita dal ricevitore ottico, ovvero dopo la conversione ottico-elettrica (Figura 4).

4. Commenti e futuri sviluppi

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 d'utenti.
Recentemente è stata fatta una sperimentazione con una nuova versione del trasmettitore con controllo della corrente del laser e controllo automatico di guadagno integrati; i primi risultati hanno confermato quelli ottenuti con il primo prototipo.
L'intero impianto è compatibile con la trasmissione di un canale di ritorno per applicazioni interattive, sulla stessa fibra; attualmente si stanno implementando i dispositivi necessari per realizzarlo.

5. Conclusioni

Tramite questa sperimentazione è stata dimostrata la fattibilità di una rete ottica passiva a basso costo per la distribuzione di segnali televisivi a larga banda all'interno di edifici. Nel contesto del progetto CRABS, oltre alla distribuzione del segnale broadcast (downlink), tale sistema è stato progettato per essere in grado di supportare un canale di ritorno (uplink per l'interattività), permettendo all'eventuale utente finale di usufruire di servizi quali fast Internet, video on demand e video conferenza che in ambito professionale e domestico sono sempre più richiesti.
In conclusione tale sistema di distribuzione MAPON appare realmente competitivo rispetto alle soluzioni tradizionali basati su cavo coassiale, sia in termini di prestazioni sia di costi, soprattutto alla luce della semplificazione nelle operazioni di cablatura.

Bibliografia

[1] A. Kourtis, "Interactive Digital Television at 42 GHz", *Electronics Letter,* vol. 33 pp. 1843, 1997

[2] P. Forni "Millimeter wave propagation: a measurement expert system for the millimeter wave propagation modeling validation", *ICAP '97*, Edinburgh 14th-17th April, 1997.

[3] N. J. Frigo, M. R. Phillips and G. E. Bodeep, "Clipping Distortion in Lightwave CATV Systems: Models, Simulations, and Measurements", *Journal of Lightwave Technology*, vol. 11, pp. 138-146, 1993

[4] G. Aureli, S. Betti, E. Bravi, V. C. Di Biase and M. Giaconi "Effect of clipping impulsive noise in a hybrid optical fiber/coaxial network for transmission of subcarrier-multiplexing (SCM) analog and digital channels", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 11, pp. 308-313, 1996

[5] K. P. HO and J. M. Kahn, "On Models of Clipping Distortion for Lightwave CATV Systems", *IEEE Photonics Technology Letters,* vol. 8, pp. 125-126, 1996