

ANNO LIV
NUMERO 1
APRILE 2005

Elettronica e telecomunicazioni

Rai  Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica

Rai  Eri

Editoriale

**Analisi della qualità video
per applicazioni webcasting - Fase II**

**Il protocollo SNMP per il
Fault Detection dei trasmettitori DVB-T**

**Che cosa è, come funziona:
I formati HDTV
Verso l'Alta Definizione
Grandi immagini sul palmo di una mano**

**Seminario
"Sport e comunicazione per tutti"
Nuove tecnologie per il superamento delle disabilità**

Effetto tridimensionale a Futura City

Elettronica e telecomunicazioni

Edizione ottimizzata per la stampa.
La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

Anno LIV
N° 1
Aprile 2005

Rivista
quadrimestrale
a cura della Rai

Direttore
responsabile
Gianfranco Barbieri

Comitato
direttivo
Gino Alberico
Marzio Barbero
Mario Cominetti
Alberto Morello
Mario Stroppiana

Redazione
Marzio Barbero
Gemma Bonino

Editoriale 3
di G.F. Barbieri

**Analisi della qualità video
per applicazioni webcasting - Fase II** 5
di P. Sunna

**Il protocollo SNMP per il
Fault Detection dei trasmettitori DVB-T** 11
di S. Terranova, F. M. Raimondi, G. Cirrincione, D. Pellegrino

Che cosa è, come funziona:
di M. Barbero, N. Shpuza

- I formati HDTV** 23
- Verso l'Alta Definizione** 31
- Grandi immagini sul palmo di una mano** 39

**Seminario "Sport e comunicazione per tutti"
Nuove tecnologie per il superamento delle
disabilità** 45

Effetto tridimensionale a Futura City 47

Indice

Editoriale

ing. Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e
Telecomunicazioni"

Anno 1990. E' in atto una aspra contesa tecnologica dai risvolti industriali di natura planetaria; sono infatti in scadenza i brevetti relativi ai vari sistemi di codifica della TV a colori (NTSC, PAL, SECAM) e la grande industria "consumer" è alla ricerca di nuove strategie commerciali per la cattura di fette significative di mercato. I costruttori nordamericani sono da anni in una situazione di recessione e puntano ad un rilancio della loro presenza sul mercato mondiale. L'industria giapponese, sia professionale che "grande utenza", ha compiuto nell'ultimo decennio passi da gigante e sta insidiando pericolosamente le quote di mercato di quella europea: sono le prime avvisaglie di quella "globalizzazione" che avrebbe sconvolto l'orizzonte commerciale nei decenni successivi. Da tempo il Giappone è all'avanguardia nella sperimentazione e nello sviluppo della componentistica per la TV ad Alta Definizione (HDTV) e l'Europa, nel tentativo di colmare il divario tecnologico, ha lanciato da un paio d'anni un progetto finanziato di vaste proporzioni mirato allo sviluppo di un sistema di HDTV totalmente europeo.



1990: proiettore ad alta definizione a Palazzo Labia, Venezia

La competizione sta facendo registrare buoni risultati in entrambi i campi, ma ben presto i due sistemi in ballottaggio mostrano il lato debole: entrambi, pur ricorrendo abbondantemente alle tecniche digitali per la codifica e la compressione dei segnali, sono poi riconvertiti in formato analogico per la trasmissione all'utente.

Nel frattempo, un gruppo di ricercatori in forza, rispettivamente, al Centro Ricerche Rai, alla Telettra, alla RTVE (la TV pubblica spagnola) ed al Politecnico di Madrid, uniscono le forze in un ulteriore progetto collaborativo e dimostrano che sono ormai maturi i tempi per lo sviluppo di un sistema totalmente digitale.

Il sistema proposto, risulta subito essere alquanto vantaggioso per la maggior flessibilità e trasparenza ai vari standard e tipologie di servizi. Viene ampiamente sperimentato, durante lo svolgimento dei Campionati Mondiali di Calcio del 1990,

mediante trasmissioni via satellite e ricevuto in una trentina di sale dotate di grandi schermi ed aperte al pubblico. La strada verso il tutto digitale è aperta e gli sforzi della grande industria internazionale si concentrano su questo approccio tecnologico che determina la più imponente rivoluzione tecnologica degli ultimi decenni nel comparto del "broadcasting" spianando la strada alla convergenza delle tecnologie.

La TV ad Alta Definizione perde per qualche anno il suo "appeal" per ritornare oggi alla ribalta con una certa veemenza sotto la spinta dalla penetrazione dell'*Home-Cinema* e dei progressi compiuti nello sviluppo degli schermi piatti.

Nel presente numero della Rivista viene iniziata una serie di articoli che intendono avviare una riflessione sulle potenzialità e sulle prospettive a breve e medio termine offerte da questa nuova tipologia di servizio.

Analisi della qualità video per applicazioni webcasting Fase II

ing. Paola Sunna
Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

Presidente del gruppo
EBU/UER B/VIM

1. Introduzione

Allo scopo di valutare le prestazioni dei codificatori per applicazioni multimediali, il gruppo EBU B/VIM (*Video in Multimedia*) ha sviluppato una nuova metodologia soggettiva chiamata SAMVIQ. Le modalità di funzionamento di SAMVIQ sono state già descritte in un precedente articolo di Elettronica e Telecomunicazioni [1], insieme ai risultati dei test condotti da B/VIM durante la fase di sviluppo della metodologia stessa. La consistenza dei risultati soggettivi ottenuti e la riproducibilità degli stessi nel caso di prove soggettive eseguite da laboratori diversi [2], hanno spinto B/VIM a chiedere l'avvio del processo di standardizzazione di SAMVIQ presso l'ITU [3,4].

Nel corso del 2003 B/VIM ha eseguito una nuova campagna di valutazioni soggettive basate sull'utilizzo di SAMVIQ allo scopo di individuare le prestazioni di alcuni nuovi codificatori disponibili sul mercato. I risultati emersi dalle valutazioni soggettive sono riportati in questo articolo

2. Valutazioni soggettive dei codec per applicazioni multimediali

I codec presi in considerazione per le valutazioni soggettive sono stati:

- Windows Media 9 (WM9)
- Real Video 9 (RV9)
- MPEG-4 (Envivio)
- Quick Time 6 (QT6)

I bit-rate ed i formati utilizzati per i test sono indicati nella tabella 1.

Tab. 1 - Formati delle immagini e bit-rate utilizzati per i test.

QCIF (176x144)	56 kbps	128 kbps	256 kbps	500 kbps
CIF (352x288)	256 kbps	500 kbps	700 kbps	1400 kbps

Fig.1 - Sequenze di test utilizzate.



Le sequenze considerate sono state un sottoinsieme di quelle già utilizzate da B/VIM nel corso della prima fase dei test e la figura 1 riporta un'immagine significativa per ciascuna di esse; in particolare si tratta di Basket, Flower Garden, Kayak e Entertainment, tutte lunghe 10 s e caratterizzate da differenti criticità spazio-temporali.

I test soggettivi sono stati eseguiti da due membri del B/VIM: l'NRK, la televisione pubblica norvegese, e France Telecom R&D; il numero di osservatori è stato tra i 15 ed i 20, metà dei quali erano osservatori non esperti. I risultati per entrambi i laboratori e per ogni condizione di test sono riportati nelle figure 2 e 3, mentre di seguito è fornita una sintesi delle principali considerazioni emerse dall'analisi dei risultati.

3. Sintesi dei risultati delle valutazioni soggettive

Le prestazioni migliori sono state ottenute con RV9 sia nel caso di formato QCIF che CIF e per tutti i bit-rate sotto test; è necessario, però, sottolineare che questi valori si riferiscono alla qualità intrinseca fornita dal codec e che le prestazioni potrebbero essere differenti in presenza di errori sulla rete IP durante il processo di streaming. Il comportamento dei codificatori in ambiente IP simulato sarà presto oggetto di studio da parte di B/VIM.

Il codificatore RV9 è stato inoltre l'unico codec in grado di fornire una qualità trasparente (punteggio soggettivo intorno a 80) a 1.4 Mbps seguito da WM9 che però ha riportato una valutazione soggettiva

inferiore di 10 punti rispetto a quella di RV9.

A parità di marca del prodotto, le nuove generazioni di codificatori non hanno sempre fornito una qualità superiore a quelle precedenti; ad esempio, la qualità di WM8 è migliore di WM9 a 500 kbps e a 700 kbps. Analogamente, RV9 è leggermente peggiore di RV8 a 250 kbps. Il codec QT6 fornisce una qualità decisamente inferiore a quella della versione precedente, QT5, a tutti i bit-rate presi in considerazione.

Per quanto riguarda le implementazioni di uno stesso algoritmo standard di codifica (MPEG-4 Part 10), dall'analisi dei risultati è emerso che l'implementazione di Envivio fornisce una qualità superiore a quella di QT6, indipendentemente dal formato e dal bit-rate preso in considerazione.

Se si suppone di considerare il valore soggettivo di qualità pari a 50 come il valore per il quale la qualità fornita dal codificatore è considerata accettabile dall'osservatore, si può notare dalla tabella 2, che per i codificatori testati tale valore è ottenuto per bit-rate differenti: RV9 è ancora una volta il codificatore che consente di ottenere il valore soggettivo di qualità pari a 50 utilizzando meno bit-rate rispetto agli altri.

4. Conclusioni

Lo svolgimento delle prove soggettive sopra riportate (Fase due di B/VIM) ha evidenziato ulteriormente che SAMVIQ è una metodologia soggettiva affidabile sia in termini di attendibilità dei risultati forniti che in termini di convergenza dei risultati tra laboratori differenti. In base ad alcuni studi condotti da France Telecom R&D, SAMVIQ consente inoltre di ottenere intervalli di confidenza più piccoli rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie soggettive, come ad esempio il DSCQS specificato nella Raccomandazione ITU-R BT.500.

SAMVIQ è quindi utile per chiunque debba scegliere se utilizzare un codec piuttosto che un altro e consente di valutare le prestazioni sia in funzione della criticità del contenuto da codificare che del bit-rate utilizzato. E' però importante sottolineare che la scelta di un codec non dipende esclusivamente dalle prestazioni tecniche del codificatore ma anche dal costo che l'eventuale adozione può implicare in termini di sicurezza e di pagamento dei diritti di utilizzo.

Il gruppo B/VIM ha cominciato la terza fase di lavoro nel corso della quale si occuperà

Tab. 2 - Bit-rate ai quali corrisponde un valore di qualità soggettiva accettabile (50)

	RV9 Real Video 9	WM9 Windows Media 9	Envivio	QT6 Quick Time 6
CIF	550 kbps	650 kbps	1100 kbps	>1400 kbps
QCIF	180 kbps	300 kbps	370 kbps	>1400 kbps

principalmente di confrontare le prestazioni dei codificatori esistenti sul mercato rispetto a quelle dei codificatori H.264 ed estenderà i test non solo ai formati CIF e QCIF ma anche al Full Format (SDTV).

Bibliografia

1. P. Sunna: "Analisi della qualità video per applicazioni webcasting", *Elettronica e Telecomunicazioni*, aprile 2003 (www.crit.rai.it)
2. F. Kozamernik, P. Sunna, E. Wykens, D. I. Pettersen: "Subjective quality of internet video codecs - Phase 2 evaluation using SAMVIQ", *EBU Technical Review*, January 2005 (www.ebu.ch)
3. Question ITU-R 211/11, Geneva, 2004.
4. ITU-R Document 6Q/57-E: "Draft New Recommendation for Subjective Assessment of Streaming Multimedia Images by Non-expert Viewers" Source: EBU, Geneva, 27 April 2004.

Acronimi e sigle	
CIF	Common Intermediate Format: formato immagine, 352 pixel e 288 righe
EBU/UER	European Broadcasting Union/ Union Européenne de Radio-Télévision (www.ebu.ch)
ISO	International Organisation for Standardisation (www.iso.org)
ITU	International Telecommunication Union (www.itu.org) Union Internationale de Télécommunication Unión Internacional de Telecomunicaciones
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
Q-CIF	Quarter Common Intermediate Format: formato d'immagine, 176 pixel per 144 righe
QT5 e QT6	versione 5 e 6 di QuickTime (www.apple.com)
RV8 e RV9	versioni 8 e 9 di RealVideo (www.realnetworks.com)
SAMVIQ	Subjective Assessment Methodology for Video Quality
WM8 e WM9	versioni 8 e 9 di Windows Media Encoder (www.microsoft.com)

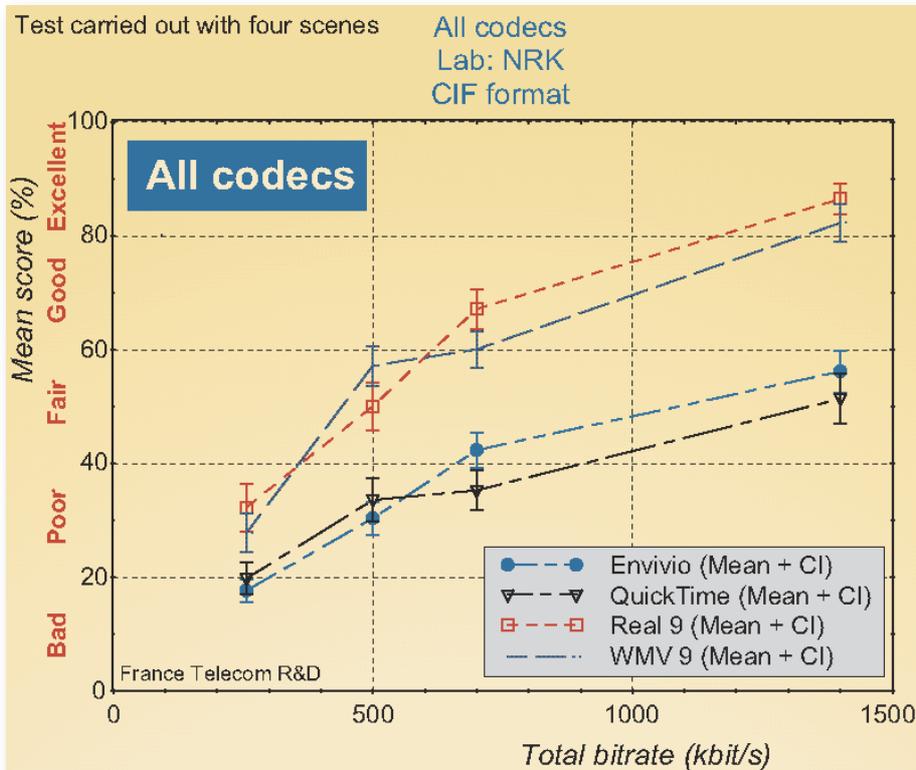
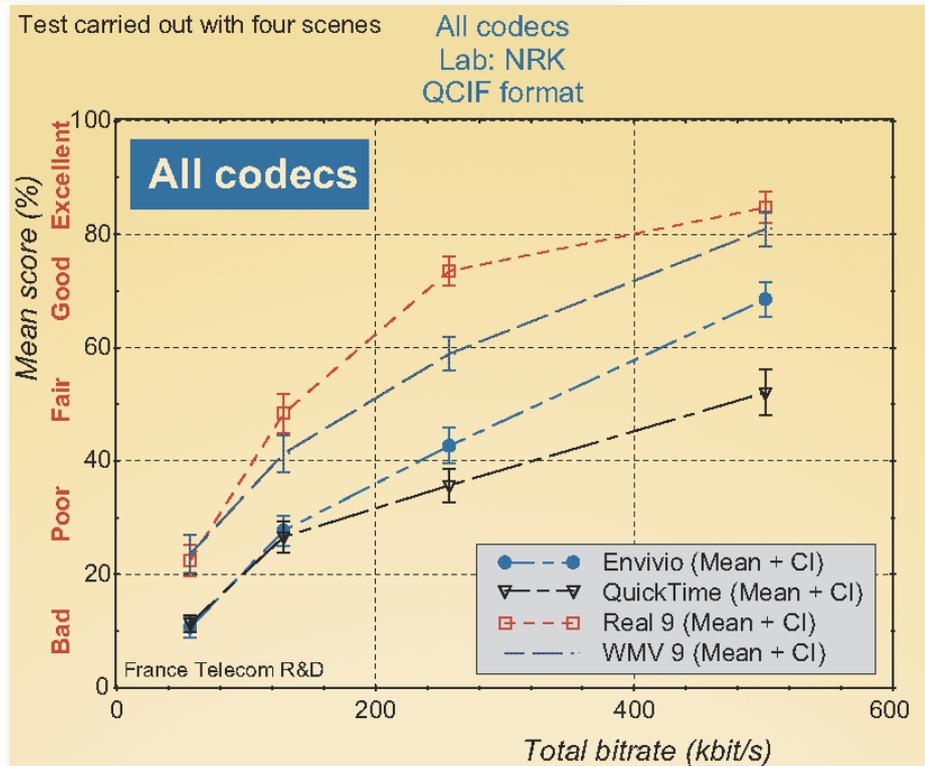


Fig.2 - Alcuni dei risultati ottenuti con il metodo SAMVIQ presso il laboratorio della televisione norvegese NRK. I risultati si riferiscono ai quattro co-decodificatori testati (Envivio, QT6, RV9 e WMV9) con immagini CIF (figura in alto) e QCIF (in basso).

Questi esempi sono stati estratti dall'articolo [2], sul quale sono disponibili ulteriori esempi, oltre ad una descrizione più completa della metodologia.



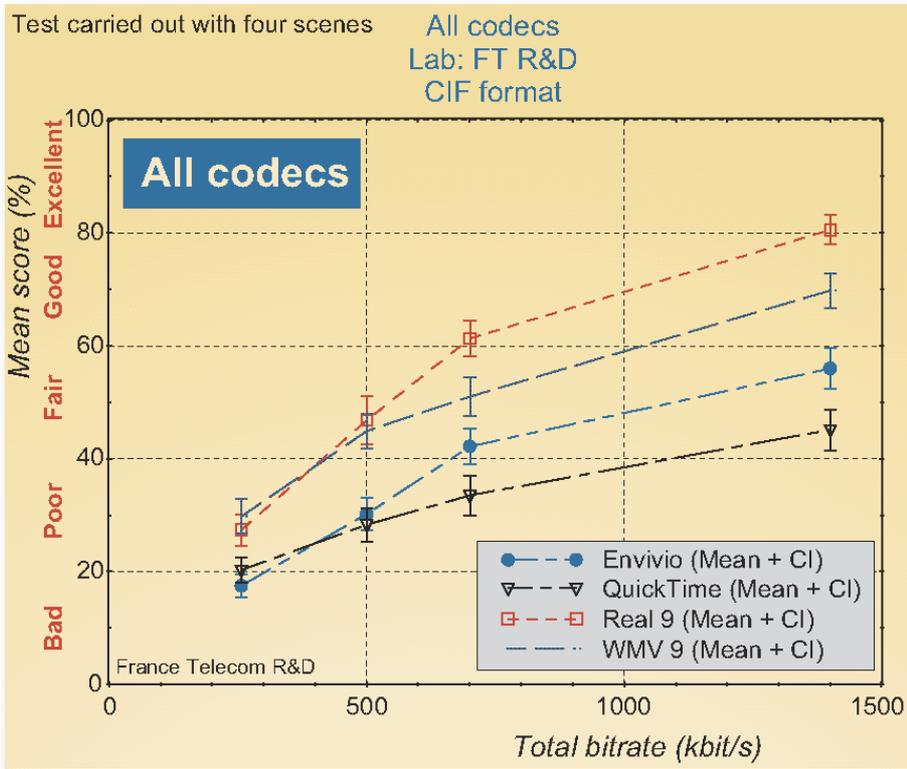
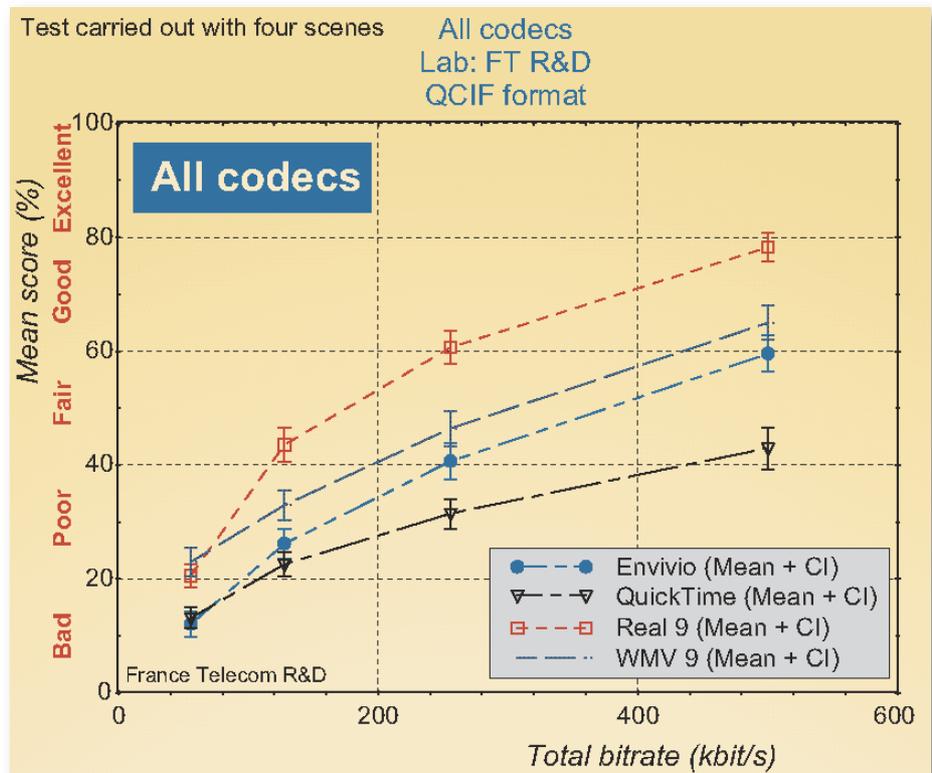


Fig.3 - Risultati ottenuti dal laboratorio France Telecom R&D; valgono le stesse indicazioni riportate per la figura 2.



Il protocollo SNMP per il Fault Detection dei trasmettitori DVB-T

ing. Silvestro Terranova¹,
ing. Francesco Maria Raimondi²,
prof. Giansalvo Cirrincione³,
ing. Danilo Pellegrino⁴

1. Generalità

Fin dall'inizio delle trasmissioni la Rai è stata concessionaria del servizio radiotelevisivo pubblico, questa concessione viene rinnovata periodicamente con un contratto di servizio. L'articolo 22 del contratto di servizio recita:

“La RAI procede a dotare le proprie reti di tutti i mezzi atti alla telesorveglianza e al telecontrollo necessari al loro buon funzionamento” [1].

Il telecontrollo degli impianti è quindi un elemento vincolante per lo *status* di servizio pubblico ma “diventa sempre di più una necessità indispensabile per una emittente radiofonica o televisiva: conoscere a distanza lo stato di efficienza dei propri impianti di diffusione, in tempo reale, ma senza muovere uomini e macchine, è diventato ormai essenziale per “certificare” la propria affidabilità nella gestione di una rete di trasmissione” [2].

L'esercizio di una rete di diffusione comprende un insieme di attività molto diversificate: in prima analisi vi si possono convenzionalmente distinguere la

L'articolo sintetizza la tesi di laurea di Silvestro Terranova “Applicativo per l'integrazione del Fault Detection di nodi SNMP nel sistema di telecontrollo dei centri trasmettenti di Rai Way”

– Università di Palermo – Facoltà di Ingegneria – Corso di Laurea in Ingegneria Informatica – A.A. 2003-2004.

¹ Rai Way – Gestione Reti – Bologna

² Relatore - Università di Palermo – Dipartimento di Ingegneria dell'Automazione e dei sistemi.

³ Correlatore - Università di Palermo – Dipartimento di Ingegneria dell'Automazione e dei sistemi.

⁴ Tutor Aziendale - Rai Way – Ingegneria - Roma

Sommario

Le specifiche per il controllo delle stazioni trasmettenti della Rai sono state scritte nel 1985. In queste specifiche è descritta la struttura di una stazione trasmittente e per ciascuna sezione vengono elencati i comandi, i segnali e gli allarmi necessari per il telecontrollo. I primi sistemi di telecontrollo si basavano su tecnologie analogiche, i segnali e i comandi erano di tipo ON/OFF. Lo sviluppo delle tecnologie digitali e delle comunicazioni, l'uso sempre più diffuso di sistemi a microprocessore e l'introduzione di nuovi protocolli di gestione ha consentito l'integrazione dei primi sistemi di telecontrollo in un unico sistema SCADA (il SITT) e ha semplificato il fault detection dei nuovi trasmettitori dedicati al digitale terrestre attraverso il protocollo SNMP.

“conduzione” e la “manutenzione” degli impianti; poiché questi ultimi sono di regola realizzati in modo da garantire un funzionamento automatico, la conduzione consiste soprattutto nel verificare il buon funzionamento degli impianti e nell'impartire opportuni comandi affinché essi svolgano correttamente il prescritto servizio [3].

Le specifiche per il telecontrollo degli impianti trasmettenti sono state redatte nel 1985 da un apposito gruppo di lavoro. In questo documento viene illustrata la sistemistica delle varie sezioni di una stazione trasmettente. Per ciascuna tipologia di sistema e per ciascuna sezione d'impianto vengono elencati dettagliatamente i comandi locali e distanti, i segnali locali e distanti e gli allarmi con cui si può controllare l'impianto.

All'inizio il telecontrollo degli impianti di trasmissione è stato pensato a livello locale: gli impianti di ciascuna regione erano controllati dai tecnici e da uno o due centri controllanti presidiati situati nella stessa regione o nelle regioni limitrofe.

I comandi dal centro di controllo verso i centri trasmettenti e i segnali dai centri trasmettenti ai centri di controllo viaggiano su canali telefonici in banda fonica. La visualizzazione dei segnali e degli allarmi ha progredito nel tempo, dapprima venivano visualizzati attraverso tessere luminose, poi attraverso messaggi testuali su monitor e schemi grafici realizzati con caratteri ASCII fino ad arrivare alle interfacce grafiche gestibili attraverso un comune browser web.

Nel sistema Microstudi, ad esempio, un centro controllante può gestire al massimo 10 stazioni controllate e ciascuna stazione controllata può essere gestita al massimo da tre centri controllanti.

2. Il SITT Rai Way

Alla fine degli anni 90 è iniziata la fase di digitalizzazione dei collegamenti in ponte radio utilizzando il protocollo SDH dovuto anche al fatto che la legge imponeva lo spegnimento di molti fasci analogici per liberare le frequenze a favore della telefonia mobile. Questo comportava una diminuzione della capacità trasmissiva analogica per i canali telefonici.

Ci si è trovati quindi nella necessità di dovere convogliare tutte le informazioni provenienti dai centri TX in un unico centro di controllo (Centro Nazionale di Controllo Reti di Diffusione, CNCRD) utilizzando dei flussi digitali messi a disposizione dal sistema SDH e abbandonando la trasmissione attraverso i canali telefonici analogici, considerando anche che i sistemi di telesorveglianza installati nei diversi centri TX sono diversi ed utilizzano quindi diversi protocolli di comunicazione; il sistema Microstudi è solo uno dei diversi sistemi installati nel corso degli anni, infatti sui

Fig.1 - Foto del Centro di Controllo Reti di diffusione di Milano.



centri Rai Way sono installati anche sistemi Algorab, Sarte, Cet, ecc.

Sulla base delle precedenti considerazioni nasce il Sistema Integrato Telesorveglianza Territoriale.

3. Struttura hardware

Tutti i centri trasmettenti dislocati sul territorio sono collegati attraverso una rete IP dedicata integrando i sistemi di telesorveglianza già esistenti.

Nell'ambito di ciascuna stazione esiste una rete LAN. L'inserimento in LAN dei concentratori base avviene attraverso un'unità di interfaccia RTU (Remote Terminal Unit) realizzata dalla STAER di Roma. Questa unità si interfaccia con la porta seriale presente sul concentratore base del vecchio sistema di telesorveglianza. Ad ogni RTU, e quindi ad ogni centro, viene assegnato un indirizzo IP. Un router collegato a dei mux link permette l'inserimento in rete, attraverso un flusso a 2 Mbit/s, inserito nella rete SDH tramite un'interfaccia standard (figura 2).

Dalla figura si vede anche la possibilità di un collegamento ISDN che il router attiva in caso di interruzione dei flussi a 2 Mbit/s. Su qualche centro è presente anche un PC con il quale è possibile accedere alla rete.

I centri dislocati sul territorio sono suddivisi in tre zone: Nord, Centro e Sud. Ogni zona fa capo ad un server in configurazione Cluster, ossia due computer funzionano contemporaneamente, in caso di guasto o di manutenzione di uno, il controllo passa immediatamente all'altro.

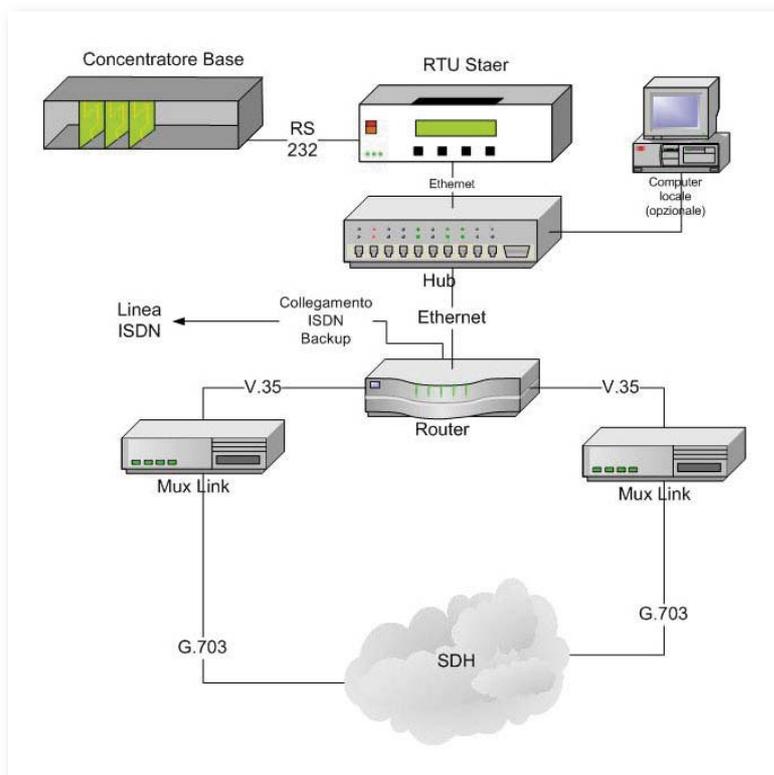


Fig. 2 - Schema dell'inserimento in LAN del sistema di telesorveglianza.

4. Struttura software

In figura 3, è riportata la struttura software del SITT [4].

La filosofia seguita nel realizzare il software è:

- Software ad architettura Modulare;
- Informazioni in formato unificato;
- Interfaccia WEB (accesso con un browser standard);
- Funzioni di security:
 - o Login e password associate a ciascun operatore;
 - o Viste differenziate per operatori con funzionalità diverse.

Il software ha un'architettura modulare di tipo client-server.

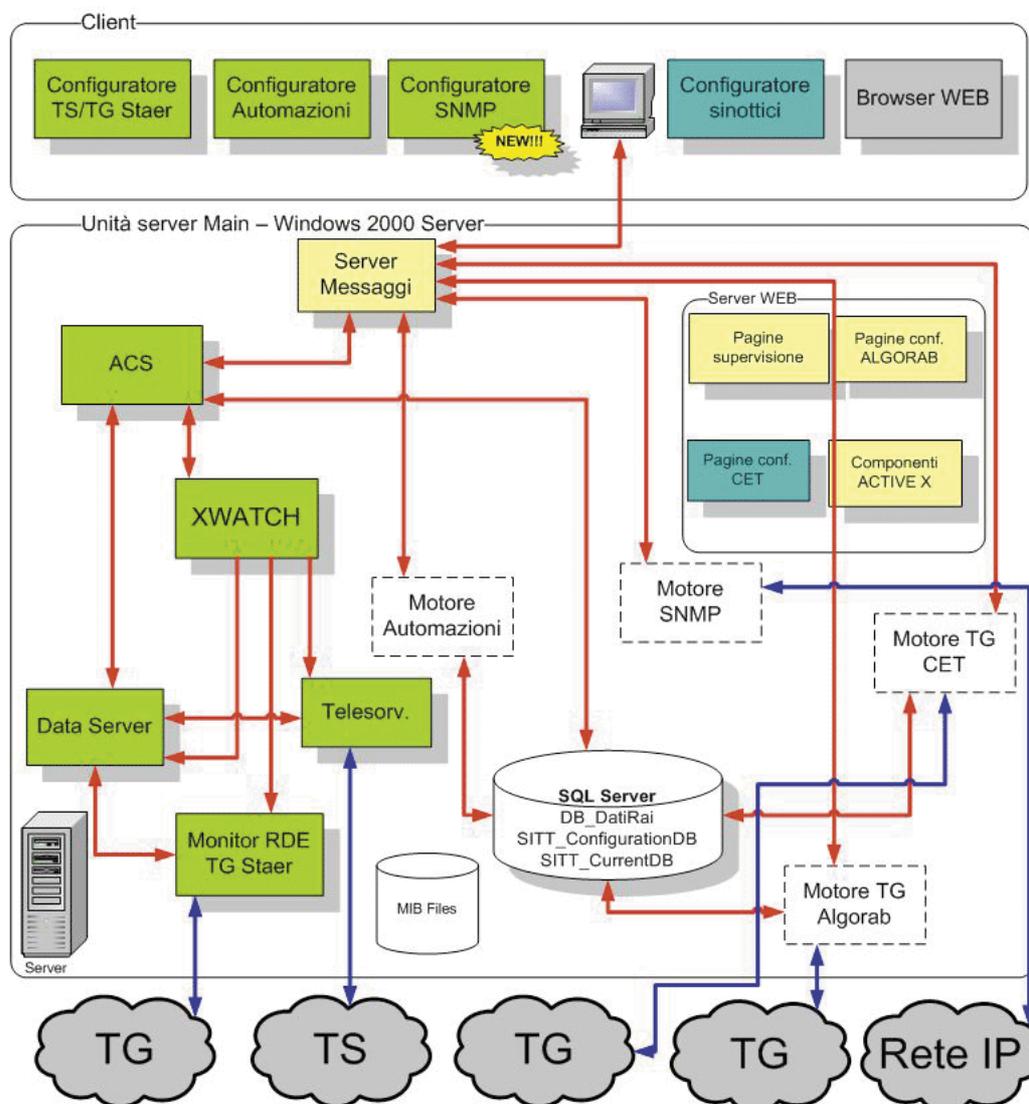
Nota 1 -
Interrogazione
ciclica dei
dispositivi.

Su ciascun server è installato il sistema operativo Microsoft Windows 2000 Server e su di esso girano i *driver* o *motori*, che in figura 3 sono indicati con un rettangolo bianco, cioè i programmi che gestiscono la comunicazione con i dispositivi di campo (RTU) e scrivono i dati ricevuti sulla base dati di processo. Il driver interroga periodicamente tutti i centri TX (*polling*^{Nota 1}) e registra sul database i dati ricevuti. Esiste un motore per ciascun tipo di sistema di telesorveglianza e i singoli motori sono stati sviluppati da ditte diverse.

5. Naming Convention del SITT Rai Way

I motori che eseguono il *polling* sono stati realizzati da ditte diverse e ciascuno di essi può utilizzare per il suo funzionamento delle tabelle di un database residente sul server. In fase di progettazione si è però posto il vincolo di rispettare una *name convention*, i singoli punti (telesegnali) vengono cioè individuati univocamente scorrendo un albero, così come schematizzato in figura 4.

Fig. 3 - Struttura software del SITT.



Come si vede dalla figura, l'ultimo livello dell'albero è costituito dai punti che possono essere suddivisi in telesegnali, telecomandi e telemisure. I telesegnali e i telecomandi sono associati a punti di tipo ON/OFF, fisicamente costituiti da contatti elettrici mentre le telemisure sono dei valori numerici ottenuti da una conversione analogico/digitale.

Ogni punto può prevedere più stati (tipicamente 2 ON e OFF) e a ciascuno di questi può essere associata una diversa severità. La severità indica la gravità del verificarsi dell'evento e va da *clear* a *critical*.

6. Il protocollo SNMP

La tecnologia Simple Network Management Protocol [5] nasce come evoluzione di SGMP^{Nota 2} (Simple Gateway Monitoring

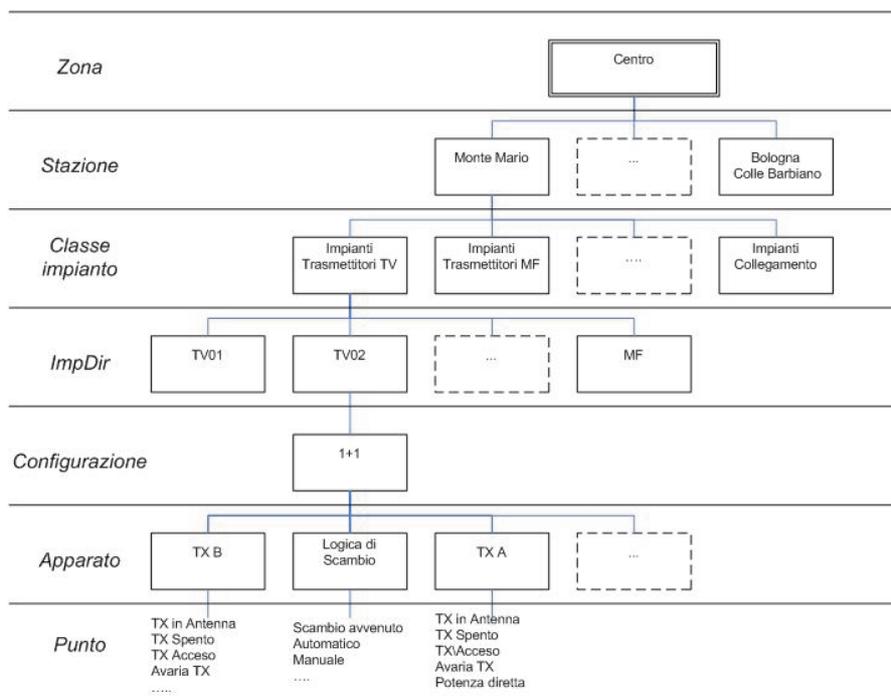
Protocol). Dal '90 ad oggi l'evoluzione di SNMP non si è mai fermata: dal 1993 al 1996 l'IETF è stata impegnata nei draft di SNMP versione 2 (SNMPv2) e nel Gennaio '98 viene pubblicato il primo RFC [6] per SNMP versione 3 (SNMPv3). Nel Marzo 2002 l'IETF ha approvato come standard SNMPv3.

SNMP si basa su una semplice architettura "manager-agent". Ogni nodo della rete (host, bridge, router,...) può contenere un software dedicato al network management denominato agent. Tale agent svolge i seguenti compiti:

- accede ai parametri relativi allo stato del dispositivo;
- tiene traccia della configurazione del dispositivo;
- rivela malfunzionamenti del dispositivo o azioni significative che lo interessano, ad esempio il login di un utente, segna-

Nota 2 - protocollo progettato nel 1987 per la gestione dei router che costituiscono il backbone di Internet.

Fig. 4 - Struttura dell'albero della naming convention.



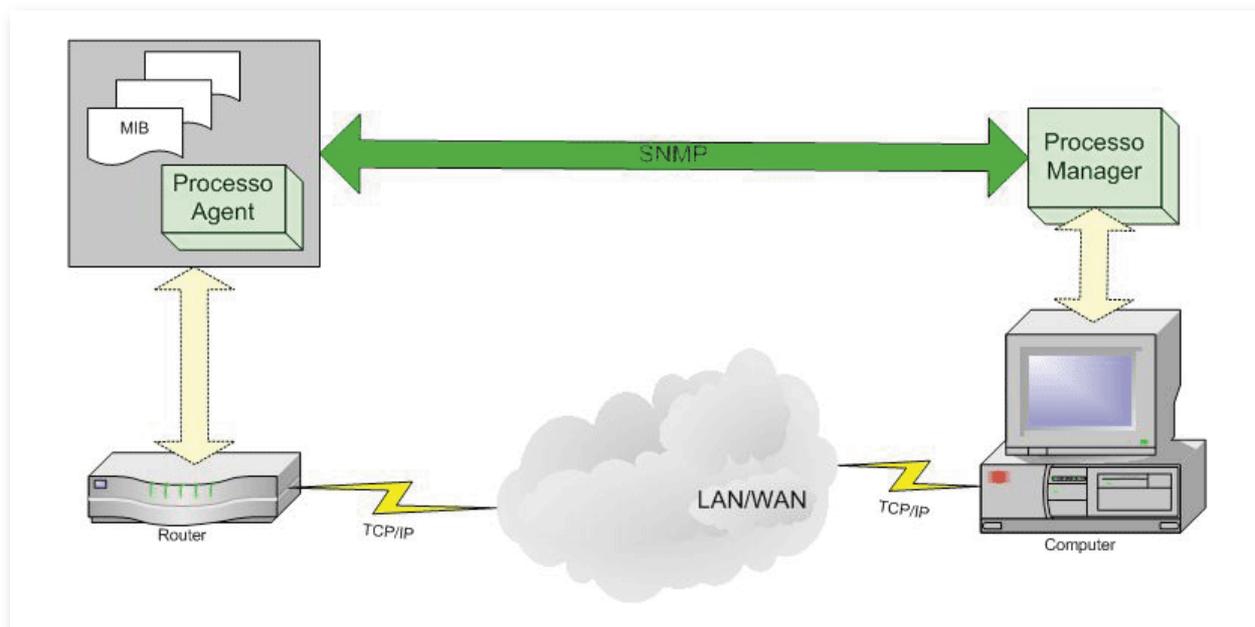


Fig. 5 - Architettura del sistema di gestione SNMP.

- landoli alla stazione di gestione tramite l'invio di eventi (chiamati *trap*);
- risponde ai comandi inviati dalla stazione di gestione.

Ogni agent, quindi, si occupa del mantenimento delle informazioni relative all'oggetto gestito che possono essere utili nelle attività di gestione. Queste informazioni costituiscono un database chiamato *Management Information Base* (MIB). È interessante notare che le informazioni utilizzate dalla stazione di gestione sono memorizzate all'interno dei MIB di tutti i dispositivi gestiti, che costituiscono, quindi, un database distribuito.

In figura 5 viene visualizzata l'architettura di un sistema di gestione SNMP.

I principali standard specificati nell'ambito della gestione SNMP sono:

1. **SMI** (*Structure of Management Information*). Definisce le modalità con cui le informazioni di gestione sono strutturate

internamente;

2. **MIB** (*Management Information Base*). Definisce un'organizzazione gerarchica per le informazioni di gestione. I MIB sono costituiti dai managed objects e sono identificati dagli object identifiers. Un managed object (che a volte è chiamato MIB object o object o anche MIB) è una delle tante caratteristiche di una risorsa monitorata (managed device). L'object ID (OID) identifica univocamente un managed object nella gerarchia MIB. Una gerarchia MIB può essere rappresentata come un albero la cui radice è un nodo senza nome e in cui ogni livello è assegnato ad una diversa organizzazione. La figura 6 illustra un MIB-tree. Gli object ID nei livelli più alti del MIB-tree appartengono a diverse organizzazioni degli standard (CCITT, ora ITU-T; ISO; ISO e CCITT insieme). I livelli inferiori sono assegnati ad associazioni affiliate con le organizzazioni di livello superiore. Le aziende

possono definire rami privati del MIB-tree in modo da includere gli object ID dei loro prodotti. I MIB che non sono stati standardizzati vengono collocati, tipicamente, nel ramo experimental. Gli object possono essere referenziati univocamente dal loro object name o, in modo equivalente, dall'object descriptor: una sequenza di numeri che permette di esplorare l'albero fino all'oggetto richiesto. Ad esempio, l'object atInput può essere individuato dal suo *object name*:

iso.identifiedorganization.dod.internet.private.enterprise.cisco.temporary.variables.AppleTalk.atInput

o dall'object descriptor:

1.3.6.1.4.1.9.3.3.1.

3. **SNMP**. È il protocollo di comunicazione vero e proprio (e dà il nome a tutto il modello di gestione). Il protocollo è estremamente semplice ed è costituito da solo 4 operazioni:

1. *Get*: viene usato dal *Network Management System* (NMS) per leggere da un agent il valore di una o più istanze di un object;
2. *GetNext*: viene usato dal NMS per leggere il valore successivo da una lista o da una tabella di valori di un agent;
3. *Set*: assegna un valore ad un object;
4. *Trap*: viene usata dall'agent per informare l'NMS di un evento significativo. È l'unica operazione definita nel protocollo di comunicazione che parte dall'agent per arrivare all'NMS (e non viceversa).

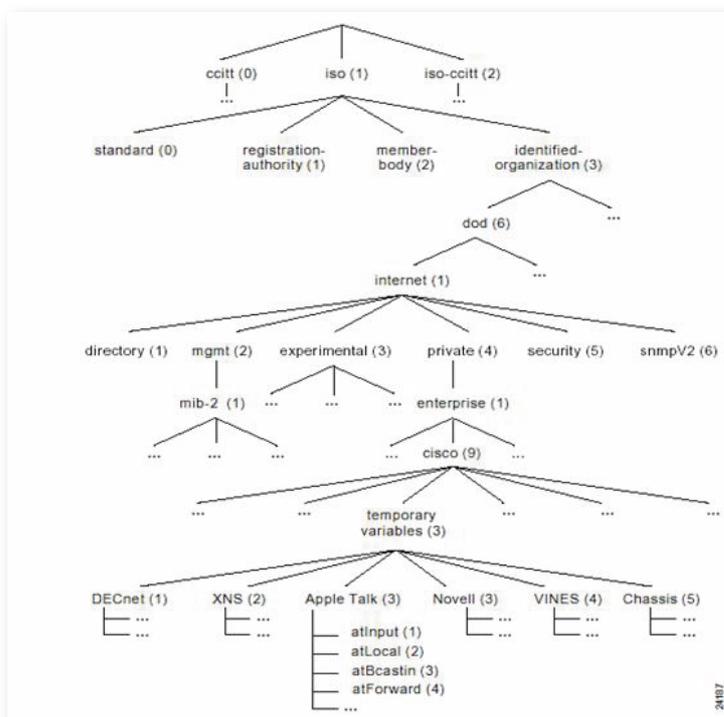


Fig. 6 - Un esempio di MIB-tree.

In SNMPv2 sono state introdotte 2 nuove istruzioni:

5. *GetBulk*: usato dall'NMS per recuperare grandi quantità di dati, come ad esempio più righe di una tabella, contemporaneamente;
6. *Inform*: permette ad un NMS di inviare una *Trap* ad un altro NMS e di ricevere una risposta. Di fatto implementa un modello gerarchico anche fra gli NMS.

Il vantaggio di questo approccio alla gestione risiede chiaramente nella sua estrema semplicità architetturale, fattore questo che ha contribuito ad una sua ampia diffusione.

Ciò nonostante la tecnologia SNMP ha delle limitazioni. È opportuno, infatti, notare che:

- gli agent non sono in grado di svolgere operazioni complesse sui dati, ad esempio la correlazione: tali operazioni vengono demandate alla stazione di gestione;
- le modalità di organizzazione dei dati all'interno degli agent sono staticamente definite e cioè non possono subire variazioni durante la vita dell'agent stesso;
- SNMP si basa sul protocollo UDP. Questo protocollo non garantisce la consegna dei dati a destinazione. Conseguentemente, sia l'invio degli eventi da parte degli agent che dei comandi da parte della stazione di gestione risulta non affidabile.
- SNMP utilizza un meccanismo di sicurezza troppo semplice e poco sicuro.

Per incrementare il meccanismo di sicurezza è stato introdotto SNMPv3

7. Esempio di definizione di un OID

Riportiamo un esempio di definizione di un OID tratto dalla MIB di un trasmettitore del DVB-T costruito dalla Rodhe & Schwarz.

```
rfOn
OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER { true(1), false(2) }
    ACCESS read-only
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "RF present/on
        (Bit 4 of CCU state register)
        true(1) --> RF present ( RF level > RF
        fault level)
        false(2) --> RF not present ( RF level < RF
        fault level)
        Example: RF fault level = -3.0dB
        RF level = -3.5dB      ===> RF not present "
 ::= { statusTx 4 }
```

Questa parte definisce un tipo enumerativo o multi stato, l'OID di questo tipo restituisce un valore intero associato ad un particolare significato, ad esempio se viene restituito il valore 1 (true) allora all'uscita del trasmettitore è presente il segnale, se il valore è 2 (false) allora il segnale in uscita è inferiore alla soglia di allarme impostata.

8. Il controllo dei trasmettitori DVB-T

Dal 1 gennaio 2004 sono iniziate le trasmissioni televisive di digitale terrestre. I trasmettitori dedicati a questo servizio utilizzano le più moderne tecnologie per il loro funzionamento. Per il controllo dei segnali trasmessi e del funzionamento del trasmettitore vengono utilizzati apparati a microprocessore (figura 7). Questi apparati sono dotati anche di una interfaccia LAN grazie alla quale possono essere inseriti in rete ed avere assegnato un indirizzo IP. Questo permette di gestire questi apparati sia attraverso pagine Web (sono dotati di un web server), sia attraverso il protocollo SNMP.

La gestione via web, benché già pronta, non si può utilizzare per il monitoraggio continuo da un centro di controllo, ci vorrebbe infatti un operatore che ciclicamente andasse a consultare i singoli trasmettitori controllandone lo stato.

Per il controllo, quindi, è più indicato il protocollo SNMP. L'interrogazione ciclica viene effettuata da un nuovo motore. D'ora in poi indicheremo con *nodo SNMP* qualsiasi dispositivo inserito nella LAN che sia gestibile con il protocollo SNMP. Ogni nodo SNMP è fornito con un file di testo che ne descrive la MIB.



Fig. 7 - Foto della logica di controllo del trasmettitore DVB-T denominata NETCCU.

La struttura del SITT all'interno di in centro trasmettente diventa quindi quella di figura 8.

Oltre al motore SNMP è stato necessario realizzare anche il relativo configuratore.

9. Inserimento dei nodi SNMP nel SITT

Come si è visto nei paragrafi precedenti sia la *naming convention* che l'SNMP sono delle strutture ad albero.

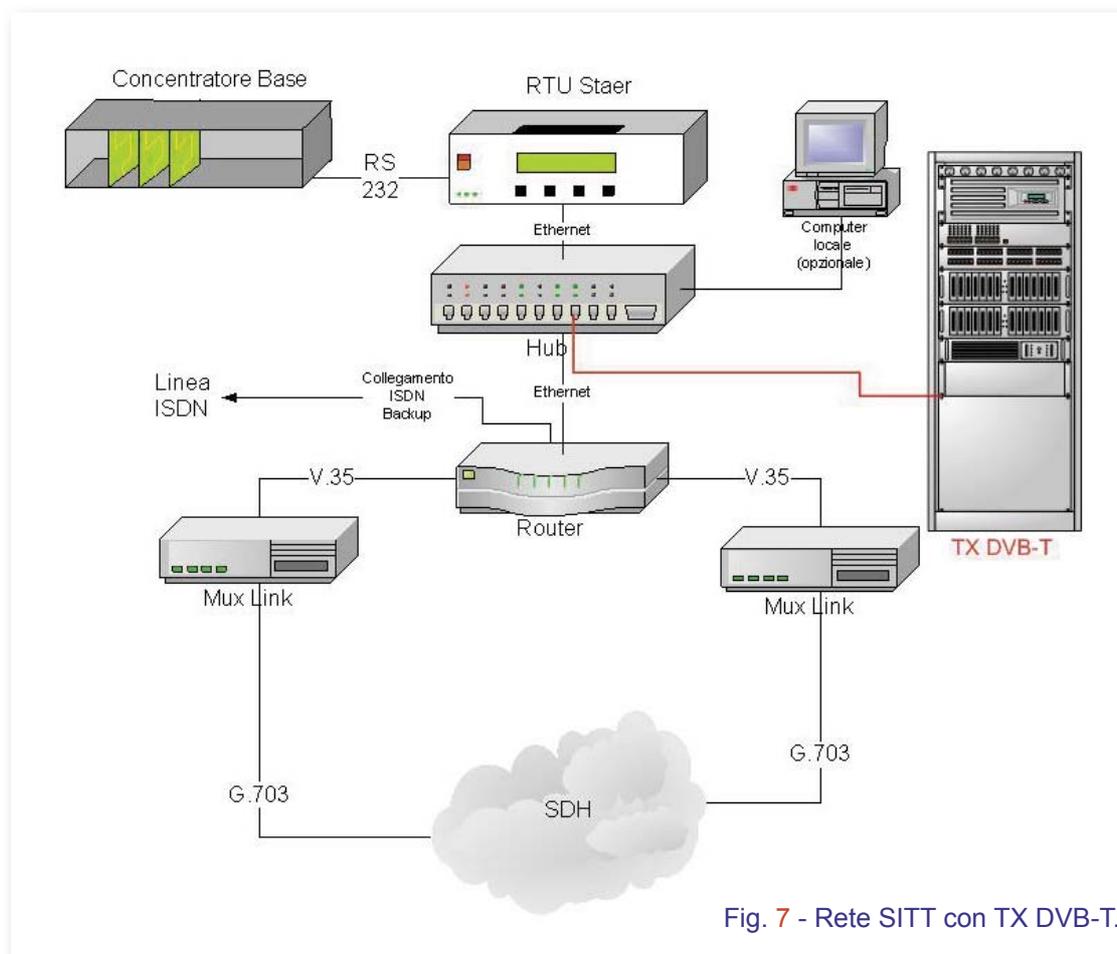


Fig. 7 - Rete SITT con TX DVB-T.

10. Il configuratore SNMP

Per potere inserire nel SITT i nodi di rete SNMP è stato necessario realizzare un software ad hoc, chiamato configuratore SNMP.

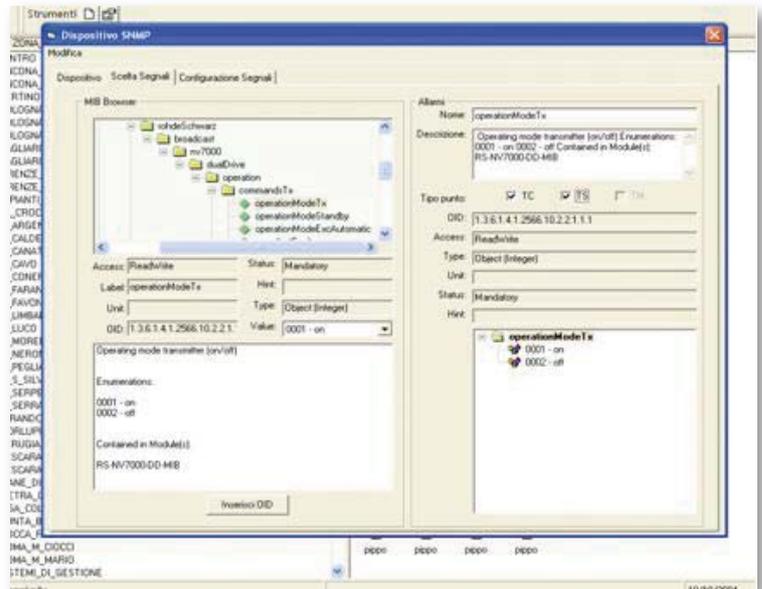
Il configuratore è un'applicazione che gira sui PC client e in pratica è un'interfaccia tra l'operatore e due database: quello del SITT e quello dei file MIB contenenti tutti gli OID e situati in una directory predefinita sul server.

L'interfaccia che si presenta all'operatore (figura 10) è composta da un lato dall'albero della *naming convention* e dall'altro dalle icone relative ai modelli dei nodi SNMP.

Per effettuare la configurazione^{Nota 3} di un nodo di rete SNMP l'operatore quindi deve prima crearne un modello inserendo i dati del dispositivo e selezionando gli OID (figura 11) che devono essere controllati. In questa fase è possibile effettuare l'associazione tra OID e punti della *naming convention* (figura 12).

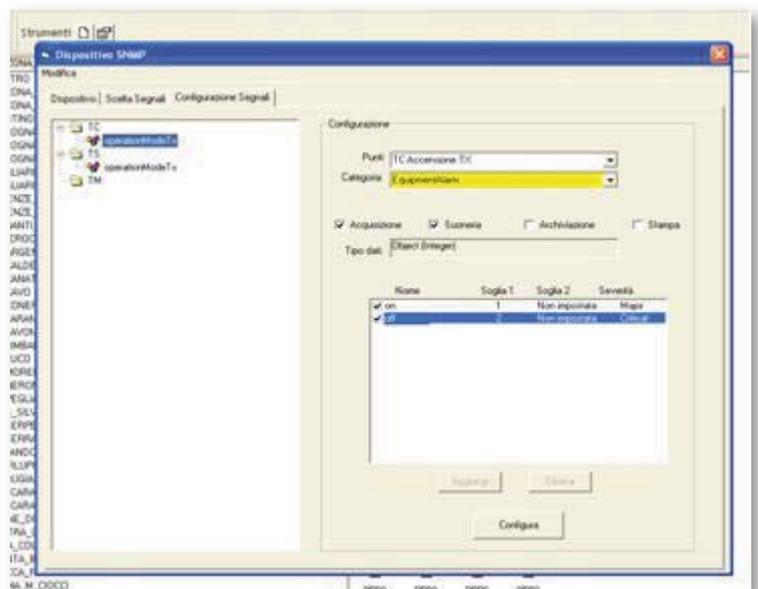
Se il modello è stato creato, l'operatore con una semplice operazione di *drag and drop*, trascina l'icona del modello di nodo SNMP su un nodo dell'albero della *naming convention*, quindi inserisce i parametri specifici del nodo come l'indirizzo IP, l'indirizzo SITT, il tempo di polling, ...; se necessario può modificare i parametri di gestione degli allarmi (severità, suoneria, archiviazione, stampa, ...) e quindi inserire il nodo nel SITT.

Fig.11 - Interfaccia del configuratore SNMP per la selezione degli OID.



Nota 3 - Con il termine *configurazione* si intende l'inserimento di un nodo SNMP nel SITT.

Fig.12 - Interfaccia per l'associazione tra OID e punti della naming convention.



11. Conclusioni

Le tecnologie che hanno permesso la diffusione di internet hanno semplificato notevolmente il telecontrollo degli impianti e sicuramente il rinnovo degli apparati di trasmissione lo semplificherà ulteriormente: i fasci di cavi per i telesegnali e i telecomandi paralleli verranno sostituiti da un cavo ethernet. La velocità delle comunicazioni permetterà inoltre un controllo delle caratteristiche degli apparati sempre più accurato e quindi maggiore velocità di intervento da parte dei tecnici di manutenzione, che comunque rimarranno sempre l'elemento fondamentale per la conduzione di un impianto di trasmissione.

Bibliografia

1. Contratto di servizio tra il Ministero delle comunicazioni e la RAI - Radiotelevisione Italiana S.p.A. - 23 gennaio 2003.
2. Roberto Anzelmo: "RADIOMONITORING E TELEMETRIA - Le due facce del controllo a distanza", Broadcast and Production - Maggio 2000,
3. Specifiche dei comandi e segnali per la conduzione delle stazioni" – Gruppo di lavoro per la "definizione delle specifiche di controllo delle stazioni" - Rai Radiotelevisione Italiana - Supporto Tecnico - 26/6/1985.
4. Tratta dalla presentazione STAER del SITT.
5. J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, J. Davin. "A Simple Network Management Protocol" (SNMP). RFC 1157 (1990).
6. D. Levi, P. Meyer, B. Steward. "SNMPv3 Applications". RFC 2263 (1998).

Che cosa è, come funziona: I formati HDTV

(Le raccomandazioni ITU-R BT.709 e BT.1543)

ing. Marzio Barbero e
ing. Natasha Shpuza

1. Premessa

Questa scheda è analoga a quella pubblicata nell'aprile 2003 [1] per offrire alcune informazioni di base sul formato video: in quel caso si trattava dei parametri di codifica in studio del segnale video a definizione convenzionale (SDTV), in questo caso si tratta di quella ad alta definizione (HDTV).

Sono brevemente illustrate due Raccomandazioni ITU-R: la BT.709 [2] e la BT.1543 [3].

2. Cenni storici

Il primo sistema televisivo in alta definizione (1125 righe, 60 Hz, interlacciato) fu sviluppato dalla NHK, la televisione pubblica giapponese, negli anni '70 e negli anni '80 fu realizzato il primo sistema di compressione e di trasmissione in alta definizione: il MUSE.

In quegli anni si assistette ad un momento di rapido progresso tecnologico che portò alla realizzazione di gran parte degli apparati della catena di produzione HDTV e sembrava possibile in tempi brevi portare agli utenti, mediante i sistemi di diffusione

Acronimi e sigle

ATSC	Advanced Television Systems Committee (www.atsc.org)
AVC	Advanced Video Coding
CIF	Common Image Format, 1920 pixel e 1080 righe
CRT	Cathode Ray Tube
DVB	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org)
FCC	Federal Communications Commission (www.fcc.gov)
HDTV	High Definition TeleVision
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
ITU-R BT.	International Telecommunication Union (www.itu.org) - Radiocommunication Sector Broadcasting service (Television)
LDTV	Low Definition TeleVision
MAC	Multiplexed Analogue Components
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
MUSE	MUltiple Sub-nyquist sampling Encoding
NHK	Nippon Hōsō Kyōkai (www.nhk.or.jp/englishtop)
NTSC	National Television System Committee
PAL	Phase Alternate Line
SDTV	Standard Definition TeleVision
SECAM	Système Electronique Couleur Avec Memoire
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smppte.org)

Fig. 1 - La copertina del numero di settembre-ottobre 1986 di Elettronica e Telecomunicazioni. La didascalia della foto è "Dimostrazioni nel Centro Ricerche Rai di Televisione ad Alta Definizione (HDTV). Studio di ripresa." Il numero comprendeva gli articoli "La televisione ad alta definizione" di R. Salvadorini e P. D'Amato e "La produzione di programmi televisivi ad alta definizione" di P. D'Amato e "Dimostrazioni Rai-NHK di televisione ad Alta Definizione (HDTV)"



diretta via satellite, la qualità del nuovo formato.

Questi sviluppi furono seguiti con attenzione dalla Rai: nell'articolo del 1986 "La televisione ad alta definizione" (figura 1) si legge: "In Europa si riteneva fino a poco tempo fa che, per i costi delle memorie di quadro e il tempo necessario allo sviluppo degli schemi più grandi, l'alta definizione fosse assai lontana, collocata verso la fine del secolo..."

In realtà le cose non procedettero così speditamente, né dal punto di vista della standardizzazione, né dal punto di vista dei progressi nello sviluppo degli schermi più grandi (che in effetti deve essere collocato a partire dalla fine del secolo).

Il sistema MUSE utilizzava tecniche digitali per filtrare il segnale e ridurre fortemente la banda occupata, ma il segnale diffuso da satellite era di tipo analogico.

L'Europa sviluppò uno standard analogico

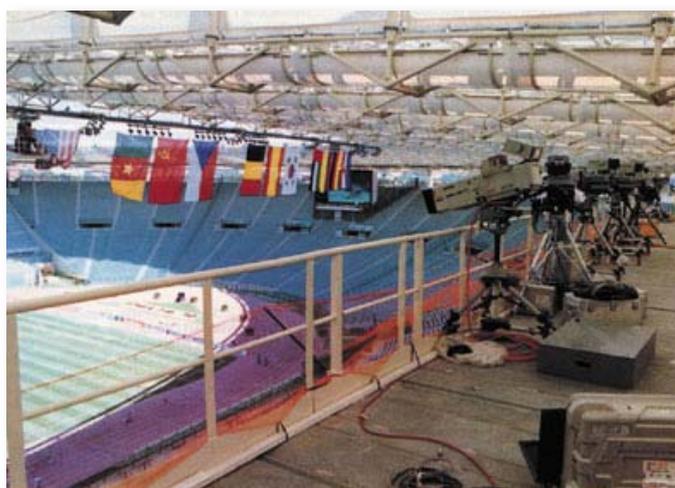


Fig. 2 - La copertina del numero speciale del novembre 1990 di Elettronica e Telecomunicazioni e una vista di una delle postazioni di ripresa video (in primo piano la telecamera HDTV) allo stadio Olimpico di Roma.

per la diffusione del segnale ad alta definizione (1250 righe, 50 Hz, interlacciato) denominato HD-MAC e la direttiva del Consiglio della Comunità Europea del maggio 1992 indicava tale sistema come l'unico utilizzabile per servizi televisivi in alta definizione, ad esclusione di formati completamente digitali.

In effetti questa ultima precisazione è essenziale. Due anni prima vi era stata la possibilità di mettere a confronto i due formati di produzione HDTV (a 60 e a 50

Hz) in occasione dei Campionati Mondiali di calcio Italia '90 (figura 2). In quella occasione il progetto europeo Eureka 256, di cui era partner la Rai, mise a punto gli apparati per la trasmissione di alcune partite, riprese con entrambi i formati, con un sistema completamente digitale (figura 3): questo evento dimostrò che era possibile sviluppare uno standard HDTV digitale.

Negli Stati Uniti la FCC chiese alle industrie di unire le forze per realizzare un sistema digitale a definizione migliorata e

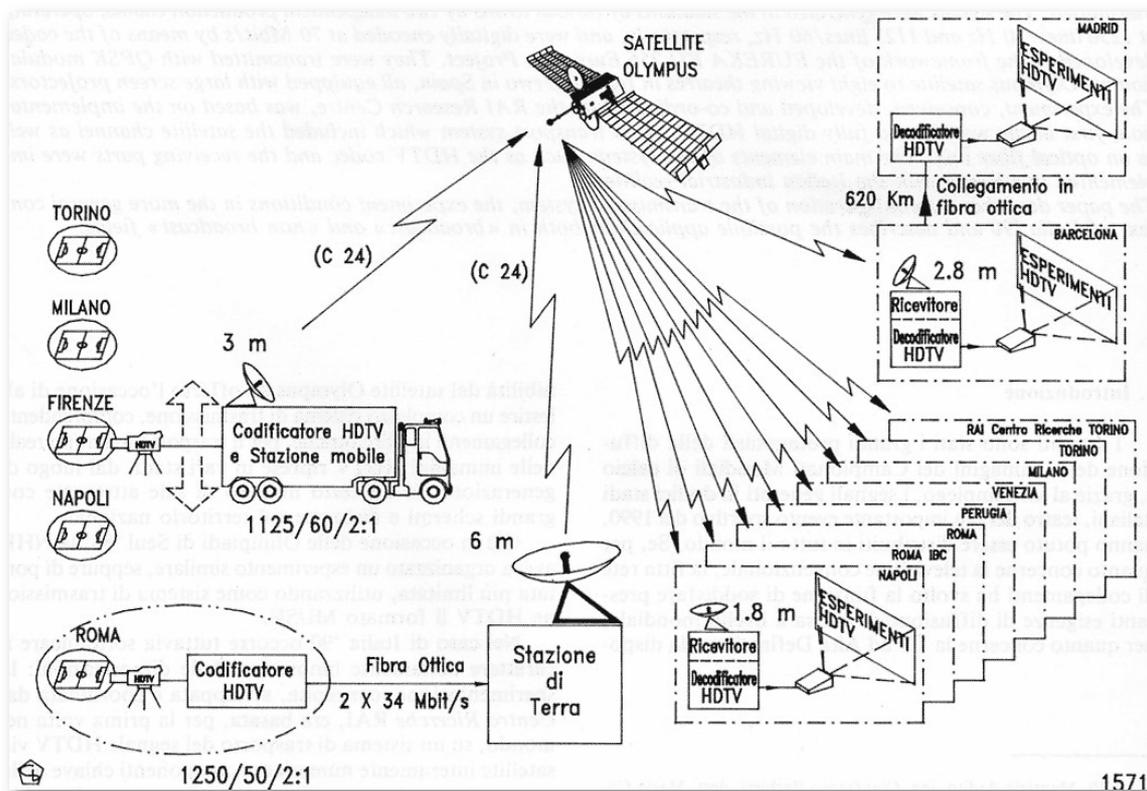


Fig. 3 - Schema riassuntivo degli impianti utilizzati per il collegamento punto-multipunto in HDTV numerica via satellite Olympus per Italia '90. Furono effettuate riprese secondo i due formati HDTV a 1250 righe/50 Hz e 1125 righe/60 Hz. Una prima catena era gestita dalla Rai nel quadro della sua partecipazione al progetto Eureka 95 (formato 1250 righe/50 Hz), operava in permanenza allo stadio Olimpico: furono trasmesse sei partite, compresa la finale. L'altra linea di produzione, installata su due unità mobili della NHK (formato 1125 righe/60 Hz) operava negli stadi di Milano (3 partite), Napoli (4), Torino (2), Firenze (1) e Bari (1). Le riprese erano in co-produzione Rai-NHK. I segnali HDTV venivano convertiti in digitale, compressi a 70 Mbit/s e trasmessi, attraverso il satellite Olimpus, e ricevuti da 8 postazioni in 6 città in Italia e da 2 postazioni in Spagna (Barcellona e, mediante collegamento in fibra ottica, a Madrid).

nel 1993 fu creata la Grande Alliance. Nel novembre 1998 iniziarono le trasmissioni secondo lo standard ATSC.

In Europa nel 1993 vennero abbandonati MAC e HD-MAC e nel settembre fu fondato il DVB con l'obiettivo di sviluppare una famiglia di standard che spazia dalla HDTV alla ricezione portatile.

In Giappone la diffusione digitale iniziò nell'ottobre 1996 con il sistema DVB-S, ma poiché tale sistema non soddisfaceva i requisiti di NHK e delle stazioni commerciali fu sviluppato lo standard ISDB-S che permette la diffusione di due programmi in alta definizione codificati MPEG-2 più dati e audio indipendenti utilizzando un solo transponder da satellite (modulazione TC8PSK, 51 Mbit/s con 34,5 MHz di banda). Dal dicembre 2003 lo standard ISDB-T consente la diffusione di un multiplex sul canale terrestre da 6 MHz (modulazione OFDM), il multiplex può essere costituito da 3 programmi SDTV o da uno HDTV più uno LDTV, codificato AVC per telefono mobile.

Sono quindi essenzialmente tre gli standard per la diffusione (terrestre o da satellite) di segnali HDTV: ATSC, DVB e ISDB, tutti basati sulla codifica video MPEG-2, differiscono invece per il tipo di modulazione impiegato.

L'evoluzione degli standard di produzione HDTV ha proceduto parallelamente con quella degli standard di diffusione.

Sono state definite due famiglie HDTV.

La famiglia caratterizzata da un formato d'immagine 1920 x 1080 è descritta dallo standard SMPTE 274M che definisce 11 diverse varianti di scansione (otto progressive e tre interlacciate) e dalla Rac. ITU-R BT.709 (10 varianti, otto progressive e due interlacciate).

La famiglia con formato 1280 x 720 è descritta dallo standard SMPTE 296M e dalla Rac. ITU-R BT.1543.

3. Rac. ITU-R BT.709

La Rac. 709 [2] venne pubblicata per la prima volta nel 1990 con riferimento a due formati di scansione (*scanning standard*) 1125/60/2:1 e 1250/50/2:1, il primo formato era stato originariamente sviluppato in Giappone ed il secondo era la risposta europea e pertanto è derivato dai formati a 625 righe (infatti ne ha esattamente il doppio, 1250) a frequenza di semiquadro 50 Hz e interlacciato (2:1).

Attualmente la norma è composta di due parti: la prima parte si riferisce ai formati definiti a partire dal 1990, analogici. La seconda parte è relativa al sistema HDTV con formato d'immagine comune e pixel quadrato.

Tab. 1 - Combinazione dei valori di frequenza di ripetizione di immagine previsti per Ripresa e Trasporto dalla Rac. ITU-R BT.709.

Sistema	Ripresa	Trasporto
60/P	60 progressiva	Progressivo
30/P	30 progressiva	Progressivo
30/PsF	30 progressiva	Quadro segmentato
60/I	30 interlacciata	Interlacciato
50/P	50 progressiva	Progressivo
25/P	25 progressiva	Progressivo
25/PsF	25 progressiva	Quadro segmentato
50/I	25 interlacciata	Interlacciato
24/P	24 progressiva	Progressivo
24/PsF	24 progressiva	Quadro segmentato

Il formato comune d'immagine CIF è stato definito a partire dalla penultima versione della Raccomandazione, la BT.709-4.

Sono previste tutte le combinazioni dei parametri di ripresa, o acquisizione, indicati in tabella 1: le frequenze di ripetizione d'immagine (*picture rate*) di 60, 30, 50, 25 e 24 Hz e quelle caratterizzate da tali valori divisi per 1,001 (al fine di considerare anche i sistemi derivati dal sistema analogico composito NTSC, che ha una frequenza di quadro pari a 29,97 Hz). I formati di ripresa possono essere progressivi (P) o Interlacciati (I) e quelli progressivi possono essere trasportati sia in formato progressivo (P) che progressivo con quadro segmentato (PsF). Quest'ultima modalità consente, in ambiente di produzione, di operare con la medesima catena sia con immagini progressive che interlacciate; in particolare le monitorie realizzate con schermi CRT sono in grado di visualizzare uno dei due segmenti del segnale PsF.

La frequenza 24 Hz è compatibile con il numero di fotogrammi al secondo (24) utilizzato dai sistemi cinematografici.

3.1 HD-CIF

Poiché si prevede una pluralità di valori per quanto riguarda la frequenza di ripetizione d'immagine, è evidente che altri sono i parametri comuni: infatti sono quelli relativi al formato d'immagine, indicati in tabella 2, validi per tutte le combinazioni di tabella 1.

La scelta di questi parametri comuni consente di operare in ambienti differenti (televisione, grafica e cinema) riducendo al minimo la necessità di conversioni.

Il numero di pixel (1920 x 1080, cioè 2,07 milioni) è circa 5 volte superiore rispetto

<i>Parametro</i>	<i>Valori di sistema</i>
Rapporto d'immagine (aspect ratio)	16:9
Numero di campioni per riga attiva (samples per active line)	1920
Struttura di campionamento (sampling lattice)	ortogonale
Numero di righe attive per immagine (active lines per picture)	1080
Rapporto di pixel (pixel aspect ratio)	1:1 pixel quadrato (square pixels)

Tab. 2 - Caratteristiche dell'immagine per la Rac. ITU-R BT.709. Questi parametri sono comuni, valgono cioè per tutte le combinazioni.

a quello dell'immagine televisiva a definizione standard.

3.2 Widescreen (16:9)

Una caratteristica introdotta fin dall'inizio per differenziare la televisione ad alta definizione da quella tradizionale è il formato panoramico dell'immagine. Tutti gli standard HDTV prevedono un unico rapporto dimensionale d'immagine: 16:9.

3.3 Pixel quadrati

Quando fu definita la norma per la televisione digitale, cioè la Rac. ITU-R BT.601, i parametri furono scelti in modo tale da rendere uguale il bit-rate relativo alla parte attiva del video sia in ambiente 50 Hz che 60 Hz. In questo modo era possibile limitare le differenze realizzative degli apparati destinati ad operare nei paesi che utilizzavano normalmente PAL o SECAM per la diffusione e quelli che utilizzavano NTSC.

3.4 Componenti di colore e colorimetria

La rappresentazione digitale dei formati HDTV, riassunta in tabella 3, è molto simile a quella delle famiglie normalizzate nella Rac. 601 per la SDTV [1].

Sono previste sia la rappresentazione RGB (i campioni delle tre componenti, rossa, verde e blu co-posizionati) che Y , C_R e C_B . In questo ultimo caso le componenti differenza di colore C_R e C_B possono essere sottocampionate e quindi vi sono 960 campioni per ciascuna componente, co-posizionati con i campioni di ordine dispari della luminanza Y .

I coefficienti della matrice per passare da RGB a $Y C_R C_B$ sono significativamente differenti nella Rac. 709 rispetto a quelli della Rac. 601. Ciò implica un ricalcolo delle componenti quando si effettua una conversione di formato SDTV - HDTV o viceversa.

Tutti gli standard HDTV usano la colorimetria definita dalla Rac. ITU-R BT.709.

3. Rac. ITU-R BT.1543

La Rac. 1543 [3] è stata pubblicata nel 2001 e definisce i parametri per la famiglia HDTV con formato d'immagine 1280 x 720.

Attualmente il testo si limita a raccomandare l'uso dei parametri descritti nell'Annex I per la produzione e lo scambio di

programmi nel caso di ambiente operante a 60 Hz (59,94 Hz, 30 Hz, 29,97 Hz), con formato d'immagine 1280 x 720 e limitatamente alla ripresa in modalità P (scansione progressiva).

L'Annex I contiene una descrizione analoga a quanto precedentemente riportato per il formato CIF 1920 x 1280 e quindi in pratica sono validi i parametri già indicati in tabella 2 e 3 se si eccettua il valore del numero di campioni per riga attiva che in questo caso è 1280 (640 per C_R e C_B) ed il numero di righe attive per immagine, in questo caso ridotto a 720.

La figura 4 mette a confronto le aree delle immagini definite dalle tre famiglie oggetto della Rac. 601, Rac. 709 e Rac. 1543.

4. I problemi delle famiglie numerose

La competizione nello sviluppo di sistemi e apparati adatti all'alta definizione ha avuto come risultato la normalizzazione di un numero eccessivo di varianti per la ripresa e la produzione HDTV.

Le motivazioni che hanno portato alla normalizzazione di tante varianti sono principalmente:

- l'esigenza di supportare tutte le frequenze di ripetizione di immagine per garantire la massima compatibilità con gli standard televisivi a definizione con-

- venzionale e con la ripresa cinematografica;
- introdurre la modalità di scansione progressiva per facilitare l'uso di tecniche numeriche nel campo della produzione ed elaborazione di immagini mediante computer, migliorare l'efficienza di compressione del segnale, semplificare la visualizzazione sugli schermi al plasma e LCD;
- il formato 1280 x 720 consente di limitare la banda del segnale e quindi facilita la realizzazione di apparati di ripresa in grado di operare con scansione progressiva.

L'accordo su un formato comune d'immagine CIF (1920 x 1080) ha lo scopo di semplificare questo problema, ma purtroppo l'emergere di un secondo formato d'immagine (1280 x 720) ha minato le fondamenta su cui si regge il CIF definito dalla Rac. 709.

A questo punto per favorire la scelta o il

successo di uno o più formati delle due famiglie diventano fondamentali le pressioni dovute ai produttori di apparati e sistemi: di ripresa, distribuzione e visualizzazione. Una scheda successiva fornisce una visione della situazione attuale, sia dal punto di vista della disponibilità in tecnologie e dispositivi, sia dei servizi HDTV già avviati o annunciati.

Bibliografia

1. M. Barbero, N. Shpuza: "Le origini del video digitale (la raccomandazione ITU-R BT.601)", Elettronica e Telecomunicazioni, aprile 2003.
1. Recommendation ITU-R BT.709-5: "Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange" (1990, 1994, 1995, 1998, 2000, 2002).
2. Recommendation ITU-R BT.1543: "1280x720, 16x9 progressively captured image format for production and international programme exchange in 60 Hz environment" (2001).

Fig. 4 - Le aree d'immagine specificate (in numero di pixel) dalla Rac. 601 (SDTV) e dalle Rac. 709 e Rac. 1543 (HDTV) messe a confronto. In genere l'inquadratura adottata nel caso di riprese HD è differente da quella utilizzata per SD.



Che cosa è, come funziona: verso l'Alta Definizione



ing. Marzio Barbero e
ing. Natasha Shpuza

1. Introduzione

Lo sviluppo della televisione ad alta definizione, oltre a dipendere dal processo di normalizzazione, di cui si tratta nella scheda precedente [1], è strettamente legato al progresso delle tecnologie che consentono la fruizione delle immagini HDTV: in particolare la disponibilità di un canale di capacità sufficiente e di display in grado di visualizzare immagini di definizione e qualità adeguate.

Solo con l'avvio di servizi di diffusione HDTV si può creare un ciclo virtuoso che favorisca un rapido sviluppo delle tecnologie necessarie, una riduzione del costo dei terminali d'utente, una penetrazione significativa dei prodotti HDTV e, con la crescita del numero di utenti, il conseguente finanziamento della

produzione e diffusione dei programmi in alta definizione.

Le case dove è presente l'HDTV sono 4 milioni negli USA (erano 1,6 milioni a marzo 2004, fonte: In-Stat). L'alta definizione è diffusa anche in Giappone e Australia, mentre la Cina intende lanciarla in occasione delle Olimpiadi del 2008 ed il Brasile ha annunciato l'intenzione di passare alla HDTV.

In Europa i servizi di Europe1080 (ora HD-1) furono avviati all'inizio del 2004 con due canali diffusi attraverso i satelliti Astra; il canale tedesco Premiere e quello britannico BSkyB hanno annunciato di avviare servizi HD entro il 2005 e il 2006, rispettivamente.

Acronimi e sigle

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AVC	Advanced Video Coding
BDA	Blu-ray Disc Association (www.blu-raydisc.info)
CRT	Cathode Ray Tube
DLP	Digital Light Processing
DTH	Direct To Home
DVB	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org)
DVD	Digital Versatile Disk
EBU UER	European Broadcasting Union Union Européenne de Radio-Télévision (www.ebu.ch)
EICTA	European Industry Association for Information Systems, Communication Technologies and Consumer Electronics (www.eicta.org)
FCD	Final Committee Draft
FTTH	Fibre-To-The-Home
HDTV	High Definition TeleVision
ITU	International Telecommunication Union (www.itu.org)
LCD TFT-	Liquid Crystal Display Thin Film Transistor-
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
MPEG-2	standard ISO/IEC 13818
MP@HL	MainProfile@HighLevel: profilo di MPEG-2 (fino a 1920 pixel e 1088 righe)
MP@ML	MainProfile@MainLevel: profilo di MPEG-2 (fino a 720 pixel e 576 righe)
MPEG-4	standard ISO/IEC 14496
OLED AM-	Organic Light Emitting Diode Active Matrix -
PDP	Plasma Display Panel
RPTV	Retro Projection TV
SED	Surface-Conduction Electron-Emitter Display
SDTV	Standard Definition TeleVision
STB	Set-Top-Box
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smpete.org)
VC-1	Video Coding - 1
WMV9	Windows Media Video 9

2. Pronti per l'HD?

L'associazione dell'industria europea EICTA il 19 gennaio di quest'anno ha annunciato le condizioni per cui i display possono essere etichettate "HD ready". Questo logo è stato introdotto per indicare gli apparati che sono in grado di elaborare e visualizzare segnali ad alta definizione, sulla base di alcuni requisiti funzionali minimi.

Fra i requisiti essenziali vi sono: risoluzione nativa minima pari a 720 righe, formato d'immagine *widescreen* e la capacità di accettare come ingresso i formati 1280 x 720 pixel a 50 e 60 Hz progressivo (720p) e 1920 x 1080 pixel a 50 e 60 Hz interlacciato (1080i).

Ulteriori requisiti fondamentali sono relativi all'interfacciamento fra display e la sorgente video e audio (il STB): questo tema sarà considerato in una delle prossime schede di questa serie.

E' quindi proprio sul display, cioè l'ultimo anello della catena produzione-diffusione-fruizione, che viene focalizzata l'attenzione, come punto di partenza per il futuro avvento dell'alta definizione.

3. Gli schermi piatti

Nella scheda pubblicata nel numero di agosto 2004 [2] era messa in evidenza l'evoluzione di tutte le tecnologie per la produzione di schermi e sistemi per proiezione e retroproiezione, tendente ad assicurare definizioni sempre migliori. Il formato nativo HD 720p è ormai ampiamente disponibile nei prodotti commerciali distribuiti negli USA, attualmente



Fig. 1 - Il più grande schermo al plasma al mondo (102") messo a confronto con uno schermo di soli 42"

il mercato in più rapido sviluppo in questo ambito.

Si assiste ad annunci sempre più frequenti di schermi caratterizzati dal formato HD 1080p.

In [2] si accennava al più grande schermo piatto al mondo: un PDP da 80", annunciato dalla coreana Samsung nel marzo 2004. Alla fine del 2004, ecco un nuovo annuncio, sempre da parte della Samsung: un PDP da 102" (figura 1), risoluzione 1920 x 1080 pixel, luminanza 1000 nit^{Nota 1}, contrasto 2000:1. Lo schermo è stato realizzato dalla nuova linea di produzione, il cui vero scopo è quello di produrre a costi più bassi 4 schermi da 50" per ogni lastra di vetro.

Se il primato di dimensione tocca ai PDP, il primato dei volumi di vendita è sempre più appannaggio degli schermi LCD.

Per gli schermi a cristalli liquidi, il più ampio è della giapponese Sharp: un prototipo da 65" presentato ad ottobre dello scorso anno.

A luglio 2004 è stata avviata la costruzione del secondo impianto della Sharp in Giappone, a Kameyama: sarà operativo nell'ottobre 2006 e sarà il primo al mondo di ottava generazione, in grado di lavorare substrati da 2160 x 2400 mm, di dimensioni ottimali per realizzare 8 pannelli da 40" o 6 pannelli da 50" per ciascun substrato.

La realizzazione di nuovi impianti produttivi, in grado di soddisfare la domanda crescente di pannelli di dimensioni maggiori e prezzi più bassi è alla base della rapida penetrazione a livello mondiale di schermi in grado di visualizzare immagini a definizione superiore a quella convenzionale.

A fine dicembre 2004, il 4 % delle vendite mondiali di televisori erano a cristalli liquidi (contro i 2,8 % del 2003) e si prevede che nel 2005 si arriverà all'8 %. Nel 2004, in tutto il mondo, sono stati venduti circa 7 milioni e mezzo di televisori LCD. In Italia, già oggi il 6 % degli italiani vede la TV su uno schermo piatto e il 70 % dei possessori di televisori tradizionali aspira ad avere in salotto uno schermo LCD.

Nota 1 - Nit = cd/m². Duecento anni fa la candela di riferimento era costituita da 0,167 libbrae troy di grasso di balena, di diametro sufficientemente grande da bruciare a 120 grani per ora per una durata di 8 ore. Al giorno d'oggi la candela è una delle unità base SI, per l'intensità luminosa. La candela (cd) è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente luminosa che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540x10¹² Hertz e che possiede una intensità radiante in quella direzione di 1/683 watt per steradiante. Il flusso luminoso si misura in lumen (lm), il lumen è definito come il flusso luminoso emesso in un angolo solido di 1 steradiante da una sorgente luminosa puntiforme dell'intensità di 1 candela. Luminanza è la quantità di radiazione luminosa per unità di area della sorgente luminosa, è misurata in nit (candele per metro quadro). Illuminanza è la quantità di radiazione visibile che cade sull'unità di area, è misurata in lux (lx, lumen per metro quadro).

Futura concorrente della tecnologia LCD è quella OLED. All'annuncio di ottobre della LG.Philips della realizzazione di un display AM-OLED da 20,1" è seguito a gennaio l'annuncio della Samsung relativo allo sviluppo di un AM-OLED da 21", con definizione HD (1920x1080 pixel, luminanza 1000 nit, contrasto 5000:1). E' importante il fatto che i pannelli potranno essere prodotti utilizzando le stesse linee produttive usate per i pannelli TFT-LCD.

Il limite della tecnologia OLED è la durata, doppia rispetto a quella ottenibile un anno fa, ma molto inferiore a quella offerta da PDP e LCD: i pannelli OLED perdono metà della luminosità dopo 10000 ore di funzionamento. Questa limitazione, come è avvenuto per le precedenti tecnologie, è destinata a scomparire, rendendo l'OLED molto competitivo per la realizzazione di schermi HD, poiché è caratterizzato da elevatissima velocità di commutazione, basso consumo e ridottissimo spessore del pannello.

Toshiba e Canon proseguono con lo sviluppo della tecnologia SED, a gennaio è stato dimostrato uno schermo da 37"

Fig. 2 - Il più grande schermo OLED (21").



(1280 x 720) e il primo prodotto potrebbe essere, a fine 2005, un display HD (1920 x 1080 pixel) da 50". Questa tecnologia promette una qualità d'immagine eccellente (contrasto 8600:1), consumi ridotti rispetto a CRT e PDP, spessori minimi (2 mm per il pannello e 7 mm per l'intero display).

Anche i sistemi basati su proiezione, ed in particolare gli RPTV competono per il mercato del formato d'immagine 1080p.

Oggi sono disponibili più di 75 modelli, proposti da 20 produttori, basati sulla tecnologia dei microspecchi DLP sviluppata da Texas Instruments (TI). Tali modelli hanno formato d'immagine 720p, ma ad aprile TI ha annunciato che saranno disponibili, forse già a partire da luglio sul mercato USA, 5 nuovi modelli, proposti da diversi produttori, con dimensioni dello schermo compreso fra 53" e 73" e basati sulla tecnologia DLP 1080p.

Occorre a questo punto osservare che le tecnologie adottate per i display sono particolarmente adatte a visualizzare segnali progressivi, sia nel caso in cui ci si limiti a 720 righe, sia che si salga a 1080 righe.

4. Interlacciato o progressivo?

La scansione interlacciata fu scelta, alle origini della storia della televisione, per ridurre la quantità di informazione, e di conseguenza la banda, del segnale video introducendo il minimo degradamento sul segnale visualizzato. Il degradamento consiste in una peggiore riproduzione delle scene e degli oggetti con movimento verticale ed in una riduzione della risoluzione verticale.

Le tecniche di produzione (ad esempio grafica elettronica), postproduzione e compressione operano molto meglio con immagini di tipo progressivo. Anche le conversioni di formato sono molto più efficaci fra formati progressivi o da progressivo a interlacciato, mentre il passaggio da interlacciato a progressivo implica in genere degradamenti percettibili.

I nuovi tipi di schermo, a differenza di quelli CRT, sono strutturalmente di tipo progressivo e pertanto per visualizzare immagini interlacciate devono operare una pre-elaborazione: il passaggio da interlacciato a progressivo comporta delle operazioni di filtraggio che aggiungono complessità e sono fonte di degradamento della qualità visualizzata.

Recentemente la rivista tecnica dell'associazione degli enti televisivi europei (*EBU Technical Review*) ha dedicato diversi articoli [3,4,5,6] al rapido crescere dell'interesse sull'HDTV, sui problemi legati ai formati ed, in particolare, alla scelta fra 720p e 1080i. Nell'aprile 2004 il Comitato Tecnico dell'EBU ha raccomandato l'uso del formato progressivo per la diffusione dei servizi HD da parte dei membri EBU. Lo standard diffusivo per HDTV in Europa dovrebbe essere basato su un formato progressivo, quali 720p/50 o 1080p/50 [3].

Per quanto riguarda lo standard di produzione, importante sarà il ruolo dei formati 1080p/50 e 1080p/60, che rappresentano la terza generazione HDTV, ma non sono ancora state definite le interfacce per lo studio, e, considerando che al formato 1080p/60 corrisponde un bit-rate non compreso di 3 Gbit/s, i problemi relativi alla realizzazione di apparati e sistemi per la produzione e la postproduzione non sono banali [4].

La situazione a livello mondiale è molto variegata: Giappone e Corea utilizzano il 1080i/60, Australia e Cina il 1080i/50, in USA alcune stazioni operano con il 720p/60, la maggioranza con il 1080i/60 [6].

I rapidi sviluppi delle tecniche numeriche per l'elaborazione del segnale video consentono oggi di realizzare display e decodificatori in grado di operare con immagini di diverso formato, ma, come si è detto, le conversioni dal formato nativo di ripresa a quello di trasmissione e da quest'ultimo al formato nativo del display sono fonte di costi e degradamenti. E' quindi auspicabile che gli operatori europei pervengano ad una scelta univoca per quanto riguarda il formato di trasmissione, anche per quanto riguarda le tecniche di compressione.

5. Compressione e STB

Lo standard di compressione del segnale video utilizzato attualmente per la televisione digitale (da satellite e terrestre) ed il DVD è il notissimo MPEG-2, MP@ML, di cui si è diffusamente parlato [7,8].

E' sempre MPEG-2 alla base dei servizi HDTV che sono attualmente operativi; grazie ai miglioramenti che sono stati apportati nel corso degli anni ai codificatori, oggi queste tecniche hanno raggiunto la maturità e offrono prestazioni elevatissime in termini di affidabilità ed efficienza di codifica. E' così possibile distribuire segnali SDTV con bit-rate inferiori a 2 Mbit/s e per quanto riguarda l'HDTV a 720p/60, vi sono operatori, via cavo in USA, che forniscono servizi HDTV utilizzando bit-rate dell'ordine di 8 Mbit/s.

Contemporaneamente è in corso l'attività di realizzazione di codificatori e di decodi-

Nota 2 - AVC è la parte 10 dello standard ISO/IEC MPEG-4 ed è anche noto come H.264 (standard ITU-T). VC-1 è uno standard proposto dalla SMPTE, è basato sul sistema proprietario WMV9 della Microsoft. Ad aprile ha acquisito i requisiti per lo status FCD.

ficatori operanti secondo i nuovi standard di compressione: AVC (noto anche come H.264) [9,10] e VC-1^{Nota 2}.

Grazie ai miglioramenti degli algoritmi utilizzati per un ottimale sfruttamento della ridondanza e della irrilevanza presente nelle immagini, questi nuovi standard potranno consentire, rispetto a MPEG-2, un notevole incremento di qualità, a parità di bit-rate, oppure una risparmio del bit-rate (stimato fino al 50%) a parità di qualità ma a spese di un significativo aumento della complessità del decodificatore e, soprattutto, del codificatore.

Questo guadagno può essere molto importante nel favorire la diffusione di servizi televisivi in alta definizione: consente infatti l'uso dei canali attualmente impiegati per la distribuzione dei segnali a definizione standard, senza implicare un eccessivo ridimensionamento del numero di programmi (nel caso di diffusione) o di ore (nel caso di memorizzazione).

Ovviamente dal momento in cui si è conclusa la definizione dello standard, maggio 2003, alla realizzazione pratica dei co-decodificatori ed al loro impiego nel mondo

della distribuzione televisiva i tempi sono lunghi. Un ritardo significativo è richiesto per la definizione dei termini di licenza oer i brevetti (MPEG LA, www.mpegla.com, è l'organizzazione a cui è demandato il compito di amministrare licenze e brevetti a nome di un insieme di detentori di brevetti per MPEG-2 video e MPEG-4).

A rendere meno chiaro e univoco il futuro intervenne nel settembre 2003 la decisione di Microsoft Corp. di donare ad SMPTE, affinché ne ottenesse uno standard, denominato VC-1, la parte di codifica video del proprio formato proprietario WMV9. Il processo di standardizzazione è risultato molto più arduo di quanto inizialmente indicato, anche perché VC-1 è il solo algoritmo di compressione, oltre ad esso è necessario definire la gestione dei diritti, l'uso dei metadati e l'interfaccia utente.

Grazie al fatto che lo standard AVC è da tempo definito e stabile, significativi investimenti sono stati effettuati per la realizzazione hardware del decodificatore e alla fine del 2004 almeno tre produttori avevano sviluppato i chip per realizzare il decoder HD utilizzando il nuovo standard MPEG: Broadcom, Conexant e STMicroelectronics (figura 3).

Stime della DCT in USA [11] prevedono che entro quest'anno saranno consegnati circa 600 000 STB basati su AVC e che, di questi, il 44% saranno SDTV e il 56% HDTV. I STB sono destinati a diverse piattaforme di distribuzione: in prevalenza, il 53%, alla ricezione via satellite, mentre il restante 47% per la distribuzione su reti a larga banda.



Fig. 3 - La STMicroelectronics ha annunciato a gennaio la disponibilità di un single-chip video decoder (STB7100 - Low-cost set-top-box chip for MPEG-4 AVC and HD MPEG-2) destinato all'ampio mercato dei STB e dei DVD.

6. I canali

6.1 Il satellite

I servizi diretti da satellite DTH sono in Europa i primi a diffondere programmi HD.

L'operatore europeo di satelliti SES Astra si è reso promotore di numerose iniziative per favorire l'avvio di servizi di diffusione HD.

Europa 1080, attualmente denominato HD-1 (www.hd-1.tv), è il primo servizio HD, opera a partire dall'inizio del 2004 con un formato 1080i/50. Il programma viene distribuito anche via cavo da un limitato (16) numero di operatori.

E' stata avviata una iniziativa denominata HDTV Forum (www.hdtvforum.org), focalizzata su tre aree principali: standardizzazione tecnica, educazione ed armonizzazione del mercato e marketing.

Il Forum ha favorito lo sviluppo della iniziativa per definire il logo "HD ready" di cui si è già accennato.

Il sistema di trasmissione attuale è DVB-S con codifica video MPEG-2 MP@HL. Ma il Forum segue gli sviluppi nel campo degli standard di compressione video (AVC e VC-1). Per quanto riguarda l'audio, è supportato il Dolby Digital 5.1. Ed in futuro lo standard DVB-S2 [11] consentirà di aumentare la capacità del canale.

6.2 La banda larga

I collegamenti a larga banda stanno rapidamente aumentando in Europa (nel secondo semestre del 2004 +31%, per un totale di 38,8 milioni di utenti) e soprattutto in Italia (nel secondo semestre del 2004 sono passati da 3,5 milioni a 4,7 milioni).

La capacità disponibile, grazie ai miglioramenti relativi agli apparati e agli standard ADSL, consentono oggi collegamenti a 4-6 Mbit/s. E' evidente che ulteriori incrementi nella capacità e l'uso di tecniche di compressioni più efficienti (AVC) potranno consentire in un futuro non lontano la distribuzione di segnali HDTV non solo attraverso collegamenti in fibra ottica (FTTH), ma anche mediante il doppino telefonico.

6.3 La televisione terrestre

L'introduzione dei sistemi AVC consentirà l'avvio di servizi HD anche mediante i servizi diffusivi terrestri. Di questa possibilità si è già accennato illustrando la dimostrazione effettuata il 15 dicembre scorso a Torino [13].

6.4 I dischi ottici

Due anni fa analizzammo il futuro dei dischi ottici [14], orientato ad una evoluzione del DVD caratterizzata da una maggiore capacità, grazie all'uso di laser operanti con lunghezza d'onda di 405 nm (luce blu/violetta). Due erano allora i formati proposti e tuttora il mercato si trova di fronte alle due proposte: una nell'ambito di HD Forum e l'altra dalla BDA (associazione costituita nel maggio 2004 dai 13 fondatori della proposta Blu-ray).

BDA ha definito i formati per i dischi riscrivibili e per i BD-ROM (le capacità previste sono fino a 25 GB per i dischi singolo-strato, *single-layer*, e fino a 50 GB per i doppio-strato, *double-layer*). Da settembre 2004 le specifiche del BD-ROM prevede la codifica video anche con i due formati VC-1 e AVC *High Profile*.

Molto recentemente Sony e Toshiba, i due capofila della proposta BDA e HD-Forum,

hanno avviato trattative per concordare una proposta unica, in modo da evitare un disorientamento fra i consumatori che sarebbe sfavorevole ad un rapido sviluppo del mercato DVD per HD.

7. Le premesse

L'alta definizione sembra, questa volta, molto prossima: le premesse, come visto, ci sono.

I canali atti a distribuire i contenuti in alta definizione sono disponibili. Le società che affittano i canali satellitari hanno difficoltà a mantenere i ritmi di crescita registrati nel recente passato e quindi favoriscono l'avvio di nuovi servizi, che richiedano capacità più ampie. Le società che hanno recentemente investito sullo sviluppo delle reti a banda larga, vedono nei servizi TV e HDTV la possibilità di ottenere un buon ritorno da tali investimenti.

Elemento fondamentale è la disponibilità di codificatori e decodificatori (STB) di nuova generazione (AVC) affidabili e poco costosi, in modo da evitare l'avvio di servizi basati su standard e formati caratterizzati da una possibile rapida obsolescenza.

Bibliografia

1. M. Barbero, N. Shpuza: I formati HDTV (le raccomandazioni ITU-R BT.709 e BT.1543), *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 54, n. 1, aprile 2005
2. M. Barbero, N. Shpuza: Display e proiettori, recenti progressi, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 53, n. 2, agosto 2004
3. D. Wood: High Definition for Europe - a progressive approach, *EBU Technical Review*, October 2004, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_300-wood.pdf
4. P. Laven: Editorial: HDTV format wars, *EBU Technical Review*, January 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_301-editorial.html
5. D. Wood: High Definition moves up the agenda for EBU Members, *EBU Technical Review*, January 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_301-hd-seminar.html
6. J. Ives: Image formats for HDTV, *EBU Technical Review*, July 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_299-ive.pdf
7. M. Barbero, N. Shpuza: Uno standard pervasivo (MPEG-2 video) - Parte I, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 1, aprile 2003
8. idem - Parte II, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 2, agosto 2003
9. M. Barbero, N. Shpuza: Advanced Video Coding (AVC - H.264), il prossimo futuro - Parte I, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 1, aprile 2003
10. idem - Parte II, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 2, agosto 2003
11. Digital Digest: MPEG-4 AVC to Debut in HD and SD STBs, *Digital Tech Consulting*, March 2005. www.digitaltechologyconsulting.com/pdf/MARDD05_FINAL_3.23.05.pdf
12. A. Morello, V. Mignone: Il sistema DVB-S2, di seconda generazione, per la trasmissione via satellite e Unicast, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 3, dicembre 2003.
13. Passati e Presenti della Televisione, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 53, n. 3, dicembre 2004.
14. M. Barbero, N. Shpuza: Il futuro è Blu (Blu-Ray Disc, AOD, ...), *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 51, n. 3, dicembre 2002.

Che cosa è, come funziona: Grandi immagini sul palmo di una mano



ing. Marzio Barbero
ing. Natasha Shpuza

1. Premessa

La classe dei dispositivi di tipo palmare (*handheld*), che comprende i PDA (*Personal Digital Assistant*) o *palmtop*, gli *smartphone*, e i telefoni cellulari è protagonista di una rapida evoluzione.

La potenza di elaborazione e la capacità dei canali di comunicazione di cui sono dotati tali dispositivi è in continua crescita e quindi le loro maggiori limitazioni rispetto a PC e notebook da un lato e dispositivi atti a ricevere immagini televisive dall'altro sono l'autonomia (anche se la capacità di accumulare energia a parità di peso delle batterie è stata grandemente incrementata negli ultimi anni) e la possibilità di visualizzare immagini fisse e in movimento di sufficiente qualità, cioè con elevata definizione spaziale e temporale, corretta riproduzione dei colori, luminosità e contrasto.

La scheda che precede è focalizzata sulle tecnologie per gli schermi ad alta definizione, questa vuole presentare una panoramica sull'evoluzione delle tecnologie che, garantendo bassi consumi, possono consentire immagini di qualità anche per i dispositivi palmari.

2. Gli attuali display

2.1 LCD (Liquid Crystal Display)

Fino ad oggi la maggior parte dei modelli di telefoni mobili in commercio sono stati dotati di display LCD. Tale tecnologia, nelle sue successive evoluzioni e varianti, ha offerto una qualità dell'immagine adeguata, un basso consumo e un costo ridotto. La riduzione dei costi è soprattutto legata al fatto che le tecniche di produzione sono ampiamente collaudate, esistono diversi produttori sia dei componenti LCD che degli apparati utilizzati per la loro produzione.

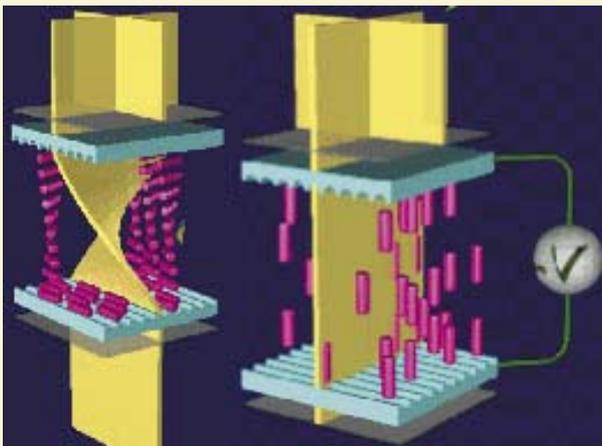
I display monocromatici, utilizzati per la prima generazione di telefoni mobili, avevano dimensioni generalmente inferiori ai 2 pollici, un formato che variava da 95 x 65 a 120 x 160 pixel, corrispondenti a risoluzioni inferiori ai 100 dpi (*dots per inch*). La tecnologia più comunemente usata era la STN (*SuperTwisted Nematic*) di tipo riflettivo e solo una frazione, circa 1 mW, della potenza totale era destinata alla visualizzazione [1].

Fig. 1 - Telefono (Samsung, SCH/B200) presentato ad aprire a MIPTV/MILIA di Cannes: è caratterizzato da uno schermo TFT-LCD da 2,2 pollici, QVGA (240 x 320 pixel), 256 K colori. Sviluppato anche per la TV mobile (satellite DBM), la batteria (1300 mAh) ne consente l'uso continuo, con lo schermo attivato, fino a tre ore. Inoltre è dotato di fotocamera da 2 Mpixel, MP3 player e la possibilità di visualizzare i file Word e Excel.



Tecnologia LCD

LCD è una tecnologia a valvola di luce: la scala dei grigi viene ottenuta variando la quantità di luce bianca che transita attraverso il cristallo liquido.



La luce passa attraverso un filtro polarizzante e successivamente passa attraverso il cristallo liquido. La polarizzazione della luce che transita varia seguendo l'orientamento delle molecole del liquido, che ha proprietà ottiche analoghe a quelle di un cristallo solido. L'orientamento delle molecole è a sua volta regolato mediante un campo elettrico. Infine la luce passa attraverso un secondo filtro polarizzante disposto a 90° rispetto al primo.

La quantità di luce è quindi funzione del campo elettrico applicato al cristallo liquido contenuto in ciascuna cella.

I pixel sono disposti a matrice ed ogni pixel deve essere commutato indipendentemente dagli altri. Se la commutazione avviene semplicemente applicando contemporaneamente una tensione alla riga e alla colonna della matrice in corrispondenza del pixel da selezionare, si parla di LCD a matrice passiva. Se ad ogni intersezione della matrice vi è un dispositivo attivo la commutazione è molto più veloce, si riduce fortemente l'interferenza fra pixel adiacenti e l'immagine è più definita. La struttura TFD (*Thin-Film-Diode*) è basata su un dispositivo attivo a due terminali: è semplice e presenta elevato rapporto di apertura, basso costo di produzione, basso consumo. Nella struttura TFT (*Thin-Film-Transistor*) il dispositivo attivo è un transistor: aumenta così la velocità di commutazione.

Occorre che vi sia una fonte di luce per rendere visibili i pixel. Nel modo "riflessivo" la luce è proveniente dall'ambiente e riflessa dal polarizzatore posto sul retro del display: il sistema è poco costoso, consuma poca energia, ma la visione dipende dalle condizioni ambientali. Per ovviare a questo ultimo inconveniente, la luce può essere generata da una sorgente frontale. Nel modo "trasmissivo" una sorgente luminosa è montata sul retro del LCD. La sorgente è, per esempio, una lampada CCFL (*Cold-Cathode-Fluorescent-Light*) che, tramite un diffusore, illumina uniformemente il cristallo liquido attraverso il polarizzatore posteriore trasparente. Il modo "transflettivo" è la combinazione dei due modi precedenti e funziona sia in condizioni di scarso illuminamento ambientale, che alla luce diretta del sole, quando, disabilitando la lampada, si riduce il consumo energetico e si riduce il fenomeno "effetto colore slavato" (*washed-out*), presente nella modalità puramente trasmissiva.

Successivamente sono stati introdotti i display a colori.

Nel caso di LCD a colori, a ciascun pixel corrispondono tre subpixel, ottenuti con altrettanti filtri colorati, rosso, verde e blu. Dimensioni e risoluzione, in numero di pixel, non hanno in genere subito un sostanziale incremento, ma è aumentato il numero di colori visualizzabili (da 256 a 4 K e a 64 K). Contestualmente è cambiato il tipo di tecnologia LCD: da STN si è passati a TFD e a TFT.

Gli ultimi sistemi realizzati (figura 1) hanno 256 K colori, ma risulta evidente che per uno schermo compatibile per un telefono mobile di dimensioni e peso accettabili (schermo di circa 2 pollici e peso pari a circa 100 g) il limite in termini di definizione è circa un quarto della VGA.

Per quanto riguarda i palmari, le dimensioni dei display sono maggiori (lo schermo può avere anche le funzioni di tastiera) e quindi supportano una definizione che arriva a 320 x 480 pixel (TFT-LCD, 64 K colori).

2.2 OLED (Organic Light Emitting Diode)

I display OLED sono elettroluminescenti: i pixel, quando è applicata una tensione tra anodo e catodo, emettono luce. Presentano diversi vantaggi: ampio angolo di visione, buona riproduzione delle immagini in movimento, spessore ridottissimo. Non richiedono la retroilluminazione, ma ciò implica una riduzione della visibilità in presenza di forte luce ambientale. La vita dei display OLED è ridotta, rispetto a quella degli LCD, ma sta allungandosi, con il maturare della tecnologia.

Il numero di produttori è passato da 6, nel 2003, a 21, nel 2004; quattro dei produttori realizzano oltre ai dispositivi a matrice passiva (PMOLED), dispositivi a matrice attiva (AMOLED), in quest'ultimo caso i volumi di produzione sono ancora bassi, a causa dei problemi di resa. Si prevede che nel corso del 2005 verranno superati molti dei problemi legati alla tecnologia, non ancora matura, e che i volumi produttivi diverranno elevati a partire dal 2006. (fonte: www.displaysearch.com, 29 marzo 2005).

E' prevedibile che in futuro questa tecnologia possa sostituire quella LCD.

3. Ottenere immagini più grandi

Le tecnologie attuali hanno finora soddisfatto le esigenze di visualizzazione per i dispositivi mobili, ma sembrano oggi essere limitate per far fronte alla crescita delle esigenze. Le funzionalità associate al terminale mobile si sono estese a quelle di fotocamera, capacità di elaborazione tipiche di un PDA, possibilità di navigazione su web e di ricezione di programmi TV.

Per gestire e-mail e fruire in modo agevole dei contenuti web è opportuno disporre di display con definizione almeno VGA (640 x 480 pixel) o SVGA (800 x 600).

Sono state quindi proposte tecnologie in grado di fornire display di dimensioni maggiori, senza incrementare dimensioni e peso del terminale mobile.

3.1 Sistemi a proiezione

Un proiettore in grado di visualizzare le informazioni su una superficie, prossima

al dispositivo mobile, è una possibile, e interessante, soluzione.

Già alcuni anni fa è stata proposta un proiettore laser (LPD, *Laser Projection Display*, [2]) per varie applicazioni, tra cui i telefoni mobili. Le specifiche preliminari prevedevano: risoluzione VGA, 16 livelli di luminanza, 150 mW di potenza e la possibilità di riproduzione video in movimento.



Fig. 2 - La penna, utilizzata per scrivere e per telefonare, è dotata di microfono e altoparlante, i segnali sono trasmessi via Bluetooth. Il volume dell'altoparlante è automaticamente ridotto quando, per mezzo di un sensore, la penna è tenuta vicino all'orecchio. I sensori (basati sull'uso combinato di ultrasuoni e infrarossi) consentono di stabilire l'esatta posizione della penna, quando scrive sull'immagine proiettata.

Al CeBIT ad Hannover del 2004 la Siemens presentò un prototipo di telefono mobile dotato di un diodo laser, di ottica per proiezione e di una telecamera infrarossi. Il telefono, in grado di interpretare i movimenti delle mani su una tastiera virtuale proiettata sulla scrivania, consentiva di scrivere sms o e-mail con una velocità fino a 400 battute al minuto.

Un problema legato a questo approccio è la difficoltà nel distinguere quando i tasti sono solamente sfiorati oppure sono effettivamente premuti.

Quest'anno, al CeBIT di marzo, il modello dimostrativo (figura 2) comprende, oltre al proiettore laser, una penna speciale con cui l'utente seleziona i tasti sulla tastiera virtuale. Il proiettore può consentire anche la presentazione, a piccoli gruppi di persone, di *slide* proiettate sul muro.

Il dimostratore è costituito al momento da un piccolo computer (un *laptop*) e la Siemens prenderà la decisione se sviluppare ulteriormente la tecnologia per realizzare un telefono mobile.

In pratica, quindi, la possibilità di dotare il dispositivo mobile di un proiettore per riprodurre immagini di grande formato è presa in considerazione dall'industria, ma gli obiettivi sono ancora limitati: una sorgente monocromatica, con bassa definizione in termini di pixel e di numero di livelli di luminanza. Le tecniche che consentono oggi di proiettare immagini televisive non sono adatte: richiedono ingombri e consumi molto elevati (soprattutto dovuti alla lampada e, spesso, alla presenza di un ventilatore per dissipare il calore).

3.2 Display flessibili

Un tema d'attualità è lo sviluppo di display flessibili. Vi sono due possibili approcci per ridurre le dimensioni di uno schermo in modo da facilitarne il trasporto e l'uso, accoppiato ad un terminale mobile.

Nel primo approccio, il display è pieghevole (*foldable display*). E' ripiegabile in due o tre, occupando poco spazio, e quando viene disteso permette la visualizzazione su grande schermo. Può essere integrato nel telefono mobile o essere un accessorio separato.

Nella seconda opzione, il display è arrotolabile (*rollable display*) e in questo caso si presenta come un dispositivo a forma di penna quando non è utilizzato, mentre quando viene srotolato e disteso può divenire uno schermo ampio e di elevata risoluzione (figura 3) [3]. Questa tecnologia è molto interessante per quanto riguarda i consumi, molto ridotti, ma non si presta ad applicazioni video perché monocromatica e caratterizzata da elevati tempi di commutazione (500 ms).

3.3 Microdisplay

Display dotati di un'opportuna ottica per consentire la visione a breve distanza dall'occhio (NED, *Near-Eye Display*) consentono di percepire l'immagine come se fosse proiettata su uno schermo virtuale di diversi pollici di diagonale.

I display virtuali (noti come HMD, *Head Mounted Display*) vennero introdotti negli anni '60 per usi militari e la loro diffusione si è successivamente limitata ad applicazioni professionali e di nicchia.



Fig. 3 - Display a matrice attiva QVGA (320 x 240 pixel) con una diagonale da 5 pollici realizzato dalla Polymer Vision (www.polymervision.com). Lo spessore è pari a 100 μm e il display, quando non è usato, può essere arrotolato in un contenitore con un raggio di curvatura di 7,5 mm. Con quattro livelli di grigio e un rapporto di contrasto 10:1, il display monocromo permette una lettura confortevole. Utilizza la tecnologia bistabile ad elettroforesi della E-Ink Corp.

Più difficile è la penetrazione nel mercato di massa, per la fruizione di giochi elettronici o di video. Per questi usi si richiedono elevata risoluzione, buona riproduzione dei colori, basso peso e consumo, ma influiscono anche fattori ergonomici e psicologici (i visori in genere impediscono la visione dell'ambiente e diventa difficile comunicare con il mondo circostante).

Recentemente sono stati sviluppati microdisplay OLED (consumo nominale 200 mW) che hanno permesso l'integrazione di visori con caratteristiche tecniche



Fig. 4 - Dimostrato a gennaio di quest'anno, questo visore (adatto anche per stereovisione) incorpora due display OLED (800 x 3 x 600 pixel ciascuno). Lo schermo virtuale percepito è equivalente a uno schermo da 105 pollici alla distanza di 3,5 metri. Sviluppato per giochi basati su PC e DVD e per simulazioni, è dotato di sistema di inseguimento dei movimenti della testa (*head-tracking*) per consentire una visione a 360°. Trae l'energia da una normale porta USB (potenza 1 W, 1,5 W di picco) e comprende anche l'audio hi-fi.

interessanti (figura 4) [4]. Le applicazioni previste, oltre a giochi e video con sorgente PC o DVD, anche come visore per sistemi mobili dotati di uscite video di elevata definizione.

4. Conclusioni

La rapida espansione, e conseguente evoluzione, dei telefoni mobili assegna loro un ruolo di terminali multifunzionali: fotocamera, PDA, registratore audio (MP3), terminale multimediale (web, audio e video), navigatore GPS,... Un ulteriore impulso è legato all'introduzione delle reti di terza generazione UMTS, in cui l'informazione video assume un ruolo determinante.

Contemporaneamente ci si è abituati ad una riduzione in termini di ingombro,

peso e dimensioni, e di prezzo dei terminali mobili.

Anche i display hanno subito un'evoluzione che ha migliorato le caratteristiche di visualizzazione (colore, contrasto, riproduzione di immagini in movimento), ma risulta difficile aumentare le loro dimensioni fisiche, e conseguentemente la definizione, che oggi non supera quella della QVGA (320 x 240 pixel).

Molte delle applicazioni precedentemente citate si sono sviluppate in ambienti informatici e televisivi dove è richiesta una definizione almeno pari alla VGA (640 x 480 pixel) e quindi vi è una forte aspettativa per l'introduzione di tecnologie che consentano la realizzazione di schermi, integrati o collegabili con canali *wireless* (ad esempio Bluetooth) caratterizzati da basso consumo.

Le tecnologie finora proposte per ottenere immagini di sufficiente definizione presentano tutte aspetti molto interessanti, ma fino ad ora nessuna ha raggiunto un livello di maturità tale da divenire un prodotto di massa, compatibile con la praticità d'uso ed i costi a cui sono abituati gli utenti dei servizi mobili.

Riferimenti bibliografici

1. Kimmel, Jyrki; Hautanen, Jukka; Levola, Tapani: "Display Technologies for Portable Communication Devices", Proceedings of the IEEE, vol. 90, no. 4, aprile 2002
2. Preliminary Concept: Laser Projection Display (LPD), www.symbol.com/products/oem/lpd.html
3. <http://www.polymervision.com/Technology/Index.html>
4. <http://www.emagin.com/>

Seminario: “Sport e comunicazione per tutti” Nuove tecnologie per il superamento delle disabilità

Il Segretariato Sociale Rai ha organizzato un seminario, il 5 aprile 2005, presso il Museo della Radio e della Televisione della Rai in cui sono state presentate alcune nuove iniziative sulle disabilità alle quali Rai sta lavorando.

E' stato presentato il nuovo "Ufficio pilota ad alta tecnologia informatica per il superamento della disabilità", dotato delle più innovative soluzioni per abbattere le barriere informatiche.

Tale "Ufficio" è stato allestito dal Segretariato Sociale Rai, in collaborazione con CETAD^{Nota 1} e L'Unione Italiana Ciechi

presso il Centro di Produzione RAI di Torino in Via Verdi 14.

In collaborazione con il comitato organizzatore dei "XX Giochi Olimpici e Paralimpici di TORINO 2006" si è avviato un progetto di utilizzo della struttura, da parte di studenti disabili o neo laureati dell'Università degli Studi di Torino per attuare stage, come ufficio stampa di *back office* per le paralimpiadi.

In relazione a questa esperienza, alcuni atleti paralimpici hanno presentato le loro discipline sportive e gli attrezzi che ne consentono la pratica.

Nota 1 - Centro Eccellenza Tecnologie per Anziani e Disabili, società partecipata da Finpiemonte, Provincia di Torino, Comune di Torino, e Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus.



Rai-Teche illustra il progetto pilota di trascrizione automatica dei Tg/GR per permettere la lettura delle notizie giornalistiche ai non udenti.

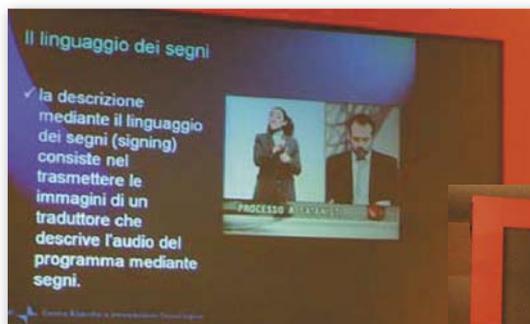
A conclusione del seminario sono stati presentati alcuni progetti a cui lavorano Rai-Teche ed il Centro Ricerche Rai.

Rai-Teche ha illustrato un progetto pilota per la trascrizione automatica dei Tg/GR, sviluppato in collaborazione con il Centro Ricerche, per permettere ai non udenti di leggere le notizie giornalistiche correlate temporalmente ai contenuti multimediali.

Il sito web, associato al programma Melevisione di RaiTre dedicato ai bambini, ha riscosso un notevole successo fin dal 1999, quando fu ideato avvalendosi anche della collaborazione, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, del Centro Ricerche. Oggi questa collaborazione si rinnova per la prossima realizzazione di una versione

del sito che adotti le tecniche di facilitazione dell'accesso, anche ai non vedenti dotati di opportune tecnologie assistive.

Attualmente la Rai offre un servizio di descrizione mediante il linguaggio dei segni limitato ad alcune edizioni del telegiornale. La televisione digitale terrestre consente di superare alcuni dei limiti insiti nel sistema diffusivo analogico. E' possibile destinare una parte della capacità trasmissiva per realizzare un flusso di dati ausiliari associati ad un particolare programma del *bouquet*: tale flusso può contenere l'immagine del traduttore che sarà visualizzato solo dal non udente dotato di opportune tecnologie assistive. Presso il Centro Ricerche si stanno analizzando le soluzioni tecniche per la fattibilità del progetto.



Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica ha avviato progetti per facilitare l'accessibilità ai contenuti editoriali della Rai: in particolare per la realizzazione di una versione accessibile del sito Melevisione e per facilitare l'ampliamento del servizio di traduzione nel linguaggio dei segni.



Effetto tridimensionale a Futura City

A partire dal 3 maggio torna su RaiDue "Futura City"^{Nota 1}: quest'anno il programma conterrà servizi realizzati utilizzando tecniche di ripresa che sfruttano l'effetto Pulfrich [1].

Brevemente ricordiamo che l'effetto Pulfrich è un'illusione ottica: in particolari condizioni, un oggetto che si muove in un piano parallelo alla fronte dell'osservatore, in questo caso lo schermo televisivo, sembra muoversi al di fuori di tale piano, avvicinandosi o allontanandosi da esso.

L'illusione è stereoscopica in quanto non si verifica con vista monoculare ed è generata dal ritardo con cui l'immagine proveniente da un occhio giunge al cervello, rispetto a quella proveniente dall'altro occhio. Il ritardo è ottenuto riducendo l'intensità luminosa dell'immagine percepita da uno degli occhi.

Andrea Falletto, del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica, illustra, in uno dei servizi della prima puntata di Futura City, l'effetto tridimensionale Pulfrich.

Nel caso del programma "Futura City" si suggerisce allo spettatore di diminuire l'intensità luminosa dell'immagine percepita attraverso l'occhio destro, utilizzando un paio di occhiali da sole a cui sia stata tolta la lente sinistra.

RaiDue ha chiesto la collaborazione del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica per individuare un metodo che

Nota 1 - Futura City è un programma di RaiDue condotto da Gian Stefano Spoto, è in onda ogni martedì, per otto puntate a partire dal 3 maggio 2005. Il sito web associato è www.futuracity.rai.it.



consentisse la realizzazione e diffusione di servizi con effetto stereoscopico ed il metodo Pulfrich è stato ritenuto il più adatto: è totalmente compatibile con i sistemi televisivi attuali, gli spettatori possono facilmente dotarsi della lente oscurante, e anche coloro che ne sono privi possono fruire del servizio, pur non percependo l'effetto tridimensionale.

Il Centro Ricerche ha realizzato, in collaborazione con il Centro di Produzione di Torino, alcune riprese sperimentali per mettere a punto le tecniche di ripresa ottimale e individuare le condizioni per cui l'effetto possa essere sfruttato al meglio.

Queste conoscenze sono state poi utilizzate per la realizzazione dei primi servizi "tridimensionali", in onda nella prima puntata della serie.

Bibliografia

1. M. Muratori: Televisione stereoscopica, l'effetto Pulfrich, Elettronica e Telecomunicazioni, anno 53, n. 3, dicembre 2004