

Živko Krstičević:  
**Televizija visoke rezolucije**

Priredili Ranko Karabelj i Silvestar Kolbas, prema rukopisu iz 1991. godine.

## Uvod

VIDEO svojim svakodnevnim tehnološkim napretkom približava video sliku filmskoj slici. Od same svoje pojave video slika se neprestano uspoređuje s filmskom. O tome postoje oprečni stavovi. Dok jedni tvrde da video nikad neće i ne može dostići filmsku sliku, drugi govore da je video to već postigao, pa da film za razliku od videa nema budućnosti.

Video tehnologija je prije svega ograničena i podijeljena postojećim TV sustavima. Osnovni parametri današnje televizije (broj redova u slici, poluslika u sekundi i sustav proreda 2:1) određeni su još prije pedeset godina, a standardi TV u boji postavljeni su u SAD-u prije 36, a u Evropi prije dvadesetak godina.

Sustavi TV u boji koji se danas u svijetu koriste su PAL, NTSC i SECAM. Zajednička tim sustavima je samo proporcija okvira slike, u omjeru 3 : 4, tj. 1:1,33 (to je i omjer stranica standardnog filmskog 35 mm formata). Ostali parametri su bitno različiti. PAL (europski sustav) reproducira se u 625 linija i 25 slika odnosno 50 poluslika u sekundi, a NTSC (američki i japanski) 525 linija, 30 slika i 60 poluslika. Ova dva sustava su potpuno nekompatibilna. SECAM se od PAL-a razlikuje u načinu kodiranja boje, i u upotrebi je u zemljama bivšeg Varšavskog pakta. Razvojem tehnologije TV industrija poboljšava kvalitetu slike, ali unutar postojećih parametara TV sustava ona nikako nije mogla dostići dojam koji pri gledanju daje filmska projekcija (*film look*). Filmska industrija još uvijek dominira ponajviše zahvaljujući kvaliteti filmske vrpce, zbog koje se za video uvijek kaže: "Jest, to je odlično, ali još uvijek nije film".

## Upotreba video medija u filmskoj industriji

Pojedini filmski režiseri, uvidjevši neke prednosti video tehnologije, uvode je kao pomoćno sredstvo u snimanje igranih filmova. Tako F. F. Coppola već snimajući *Apokalipsu danas* (1979.) koristi U-matic montažu kako bi izradio video skicu budućeg filma. Za vrijeme filmskog snimanja koristi filmsku kameru na koju je dodan video sistem za elektronsko snimanje. Tako već za vrijeme snimanja postoji neposredna kontrola snimane slike, a filmski negativ montira se prema već montiranom video materijalu. Kako se ovakav način rada pokazao praktičnim, Coppola je odlučio da u njegovom Zoetrope studiju elektronika dobije značajno mjesto. Sve (studije, bungalove za glumce ...) povezao kablskom internom televizijom. Zoetrope je bio prvi studio u Hollywoodu koji je uveo elektronsku tehniku, i time pojeftinio i ubrzao proces proizvodnje filma.

Već duže razdoblje filmski režiseri pokušavaju smanjiti cijenu svojih projekata radeći ih pomoću video medija. Sedamdesetih godina Michelangelo Antonioni snimio je film *Misterij dvorca Obervald* na videotehnici. Kvalitet videozapisa i prijepisa bio je loš, pa je taj film vrjedniji kao umjetnički eksperiment, nego kao značajan doprinos u snimanju filma video tehnikom.

Spoj filma i videa izražen je i u proizvodnji muzičkih i reklamnih video spotova, koji su svoj boom doživjeli upravo razvojem TV industrije i elektronske

tehnologije. Komercijalni spotovi (u svijetu) se uglavnom snimaju filmskom kamerom (35mm) da bi se telekinirali direktno s negativa na video. Radi toga KODAK proizvodi poseban negativ nižeg kontrasta. Cijela postprodukcija se dalje obavlja elektronskom montažom. U estetskom smislu montaža se ne razlikuje bitno od filmske, no s tehničke strane sve je mnogo jednostavnije. Putem montažne konzole moguće je npr. istog trenutka na finalnoj snimci dobiti sve montažne optičke trikove koje smo zamislili (pretapanje, zatamnjenje, zavjesu i sl.) zaobilazeći na taj način cjelokupni laboratorijski trik proces, koji je vezan za filmski način proizvodnje. Video tehnologija isto tako omogućava brzo i jeftino izradu specijalnih efekata i u 3 D animaciji.

U posljednje vrijeme više režisera, pogotovo B produkcije, snima svoje filmove na Betacam ili C videoformatu koji se nakon montaže kineskopiraju na film. To sve smanjuje troškove proizvodnje.

### **Ograničenja tehnologije**

Danas su dva najveća ograničenja elektronske kinematografije u usporedbi s tradicionalnom filmskom fotografijom: *raspon kontrasta (contrast range)* i *oštrina slike*. Problem je nemogućnost videosistema da reproducira veliki raspon kontrasta. Obično se smatra da film ima raspon kontrasta (*contrast ratio*) od najmanje 100:1 (između 6 i 7 koraka zaslona), dok je video ograničen na raspon kontrasta od 30:1 (oko 5 koraka zaslona). Ta razlika postoji pored ostalog i zbog različitih uvjeta gledanja za svaki od medija. Filmska slika se projicira na ekran u zamračenoj prostoriji i može reproducirati mnogo veći raspon svjetloća nego elektronska slika na TV ekranu u rasvijetljenoj prostoriji. Sam TV ekran nikad nije potpuno crn, i oko gledatelja na TV ekranima nikada ne može vidjeti takav raspon svjetloća kakav može biti na velikom filmskom platnu u zamračenoj kinodvorani. Prelaženjem raspona kontrasta od 30:1 koji video kamera može reproducirati, dolazi do gubitaka u detaljima u najtamnijim dijelovima slike. Objekti snimanja čija svjetloća prelazi ograničenja sistema ne samo da nisu definirani, nego to područje visoke svjetloće uzrokuje i ozbiljne nepovoljne elektronske efekte u slici. *Blooming* (cvjetanje) je efekt u kojem se jako osvijetljenje širi oko objekta u slici. Također dolazi do povećanog šuma u slici. Nadalje, slika eksterijera pri sunčanom vremenu koju ćemo dobiti videokamerom teško bi se mogla nazvati "filmskom". Najteže je pronaći odgovarajuću količinu prednjeg svjetla (*fill light*). Količina potrebna za prosvjetljavanje dubokih sjena, obično rezultira vrlo nerealističnom slikom. Video kamera "ne oprašta". Mora se jako obratiti pozornost na kontroliranje vrijednosti svjetloće svih područja. Neophodno je zadržati vrlo preciznu ekspoziciju, za što je najbolja referenca ton ljudske kože.

### **Razvoj HDTV-a**

Razvoj TV visoke rezolucije sastoji se u pokušaju povećanja oštine elektronske slike do točke gdje se može usporediti s onom 35 mm filma. Godine 1964. japanska državna TV NHK (Nippon Hoso Kyokai) postavila je teorijske temelje i počela radove na projektu koji se zvao "FUTURA TV" - televizija budućnosti. Istraživanjem fiziologije gledanja i predviđanjem razvoja tehnologije u budućnosti (proširenje prijenosnih mogućnosti signala pomoću

satelita, optički kablovi), postavljene su slijedeće smjernice za TV sliku budućnosti:

- povećati širinu slike u odnosu na visinu
- sliku ispisivati s najmanje 900 linija
- predvidjeti eventualne mogućnosti upotrebe novog TV sustava u filmskoj tehnologiji

Realizirajući te zahtjeve NHK je prvo sedamdesetih godina u Japanu, a 1983. u Evropi, predstavila sistem nazvan HIGH DEFINITION TELEVISION (HDTV) - televizija visoke rezolucije. Demonstraciju HDTV su neki pozdravili kao jedan od najznačajnijih događaja u povijesti televizije, slično uvođenju zvuka u film, ili pak kolor filma.

Oštrina slike ovisi o nekoliko faktora od kojih je najvažniji definiranost slike. Svjetloća, kontrast i uvjeti gledanja mogu imati utjecaj na gledateljev utisak oštine. Osnovni faktor koji ograničava definiranost elektronske slike je broj ispisanih horizontalnih linija u svakoj sličici. Opće je mišljenje da je elektronska slika stvorena s 1200 do 1500 linija pruža utisak oštine sličan slici 35 mm filma.

Definiranost slike 35mm filma ovisi o filmskoj emulziji i može se poboljšati ako se poboljša emulzija. Ako je definiranost 16mm filma danas jednako dobra kao što je bila kod 35 mm prije 10 godina, jasno je da se mogućnost definicije može i dalje poboljšavati. Treba naglasiti da postoji točka iza koje povećana definiranost postaje nezamjetljiva gledatelju. Ispitivanja koja su provedena za pronalaženje optimalnog broja linija za HDTV su utvrdila da iznad 975 linija ne dolazi do zamjetnog poboljšanja i da kvaliteta slike ostaje konstantna.

O utjecaju broja linija na dojam kvalitete slike možemo izreći nekoliko zaključaka:

- U TV slici linijska struktura je manje primjetna ako se poveća broj linija
- Povećavanjem broja linija slika se izoštrava te optimalna udaljenost za gledanje može biti manja.
- Kada broj linija prijeđe 900, daljnje povećanje broja linija ne pridonosi bitnijem poboljšanju slike. Optimalna udaljenost gledanja je ona koja odgovara trostrukoj visini ekrana.
- Ako se ide na više od 900 linija po visini slike, za daljnje poboljšanje kvalitete slike mora se poboljšati i oštrina slike, tj. mogućnost razlučivanja sitnih detalja. To znači nove kriterije na kvalitetu optičkih sustava za videosnimanje (u prvom redu objektiva za videokamere)

Impresija oštine koji dobiva gledatelj, ovisi o veličini slike i udaljenosti s koje se gleda, odnosno broju redova u slici i razlučivosti ljudskog oka. Kod dosadašnjih TV sustava pri manjoj udaljenosti gledanja od šest visina slike, razaznaju se redovi u slici, dok se pri većoj ne mogu vidjeti sitni detalji slike. Sliku s većih ekrana treba promatrati s veće udaljenosti, što je pak ograničeno stambenim uvjetima. Zato su danas najpopularniji prijemnici ekrana dijagonale 67 cm. Veličina slike u kućnim uvjetima, s postojećim standardom,

ne može se bitnije povećavati. Ideja HDTV uključuje veliki ekran kao i široki format ekrana. Za izraženiji doživljaj i apsolutna veličina ekrana ima značenje. Daljnje povećanje izražajnosti postiže se u kinu ako se format slike proširi. Time se promatrač može više uživjeti u zbivanje na platnu. Ishodište za japanska istraživanja bilo je pitanje kako se u televiziji može postići ovakvo "uživljavanje":

- Ako se slika u usporedbi s formatom 4:3 učini širom, postojanje samog ekrana bit će manje zamjetljivo. Slika se više ne doima plošnom, već dobiva "dubinu."
- Kod šireg ekrana promatrač je "uvučeniji" u zbivanja jer slika više ispunjava vidno polje gledatelja.

Te spoznaje potvrđene su mnogobrojnim eksperimentalnim ispitivanjem. Ispitivanja su pokazala da je poželjan format slike od 5:3 do 2:1 zbog snažnijeg dojma. Format 5:3 je idealan za kućno gledanje, a 2:1 je mnogo bolji za velike ekrane. Treba naglasiti da sa istim brojem ispisanih linija i slika/sec., format 2:1 zahtjeva veći frekvencijski opseg nego format 5:3. Osim toga kod veličine slike od 0,8 x 1,4 m do 1,0 x 1,7 m, a udaljenost gledatelja mora biti 2,5 m. To odgovara otprilike oko 3 puta visina slike (3H). Subjektivna ispitivanja su pokazala da je za udaljenost gledanja od 3,3 visine slike optimalna vrijednost 1125 linija po slici.

Odabran je format 5:3 /1:1,66/ za koji je širina pojasa luminantnog signala 20 MHz, a za kromu 7 MHz. Način ispisivanja zadržan je kao u dosadašnjim sistemima: s proredom, 2:1. To je sistem po kojem se prvo ispisuju neparni redovi (1,3,5...), a iza toga slijede parni redovi (2,4,6...). Stoga se na ekranu praktično uvijek vidi samo polovica informacija sadržanih u slici, no ako u sekundi ima 50 (PAL) odn. 60 (HDTV) poluslika, ljudsko oko vidi cjelovitu sliku i pokret bez treperenja.

#### *Konačni japanski prijedlog za HDTV*

	HDTV	NTSC	PAL
Broj linija u slici	1125	525	625
Frekvecija slike	30 Hz	30 Hz	25 Hz
Frekvencija poluslike	60Hz	60Hz	50Hz
Prored	2:1	2:1	2:1
Omjer stranica	5:3	4:3	4:3
širina lumin. signala	7 MHz	4,2 MHz	5 MHz

Jedna od osnovnih zapreka ponuđenog HDTV sistema je potpuna nekompatibilnost s postojećim standardima. Kada je uvedena kolor televizija, bilo je neophodno da kolor signal bude kompatibilan s postojećim crno-bijelim televizorima da bi se emitiranje u koloru moglo gledati i u crno-bijelom. Zbog toga danas imamo lošiji TV sistem iako se već odavno u svijetu ne

upotrebljavaju crno-bijeli televizori. Uvođenjem potpuno novog sistema značilo odbacivanje milijuna postojećih televizora. Tako zakoni ekonomije održavaju postojeće stanje i usporavaju tehnološki napredak.

### **Europska HDTV**

Europska industrija nije bila zadovoljna s japanskim prijedlogom, jer bi to značilo promjenu osnovnih parametara europskog TV sistema, koji ima određene prednosti pred američkim NTSC. Na račun gotovo neprimjetnog "skokovitog" kretanja, zbog manje frekvencije slike (25 slika/s), dobiva se veća oštrina i bolja kompatibilnost s postojećom filmskom frekvencijom od 24 sličice u sekundi.

Postoji više tehničkih razloga da frekvencija TV slike bude ista kao i frekvencija gradske el. mreže. Glavni je razlog osiguravanje kontinuiranog osvjetljavanja, odnosno izbjegavanje rasvjetom izazvanih problema *flickeringa* (treperenja u slici). Kad bi se kamerom s frekvencijom od 60 Hz snimali događaj koji je osvijetljen HMI rasvjetom ili plinskom (npr. fluorescentnom) rasvjetom napajanom strujom od 50 Hz, došlo bi zbog različitih frekvencija svjetla i frekvencije poluslika do treperenja u samoj slici. To se događa zbog toga što svjetlo, u dobrom dijelu slijedi porast i pad izmjenične struje, što kamera od 60 HZ registrira. (Samo kod običnih žarulja sa žarnom niti nema problema s treperenjem.)

Uvidjevši prednosti i kvalitetu HDTV-a, Europa, zbog navedenih razloga, a još više iz straha pred najezdom japanske tehnologije (uz kulturnu američku) razvija svoj evropski sistem HDTV. Ta činjenica nas ne treba iznenaditi, jer, tvrde američki stručnjaci, očekuje se da će oko 2010. godine svjetsko tržište gutati proizvode HDTV-a u vrijednosti od 40 milijardi dolara na godinu. U pitanju je veliki broj proizvoda na bazi HDTV, od kućnih postrojenja za zabavu do medicinskih i vojnih aparata.

Aparati za prijam "nove televizije" i njima prilagođeni videorekorderi i drugi srodni proizvodi, biti će pretrpani mikroprocesorima, memorijskim i drugim čipovima, pa predviđaju da će HDTV postati nova pokretačka snaga razvoja industrije poluvodiča. Europska ekonomska zajednica je uložila u projekt EUREKA 95 /HDTV/ ogromna sredstva, a za njegovo ostvarenje udružili su se evropski proizvođači video tehnologije BOSCH (Njem.), Thomson (Fr.), Philips (Niz.), a i ostali su dobili dio kolača (Angenieux, Barco, Grundig, Kudelski i dr.).

Europski prijedlog za sistem ima 1250 linija (dvostruko više od PAL-ovih 625), 25 slika u sekundi i 50 poluslika u sekundi, a omjer slike je 16:9. Prednost europskog sistema je u tome što omogućava potpunu kompatibilnost sa starim PAL sistemom pomoću MAC konvertiranja. U tom sistemu prijenosa slika se šalje na dva kanala; prvim se šalje čista PAL slika (625), a drugim kanalom preostalih 625 linije 16:9 HDTV standarda. Obična PAL slika pokazuje u tom sistemu čak bolju kvalitetu od stare PAL slike. Problem tzv. *flickeringa* (treperenja) koji je naročito izražen kod pokreta ili velikih jednobojnih ploha, moderna tehnologija je uspjela riješiti zahvaljujući upotrebi progresivnog sistema ispisivanja slike. Taj sistem (za razliku od danas upotrebljavanog sistema s proredom koji direktno prima i ispisuje prvo neparne pa onda parne linije) upotrebljava dvije interne memorije od po 4

Mbita od kojih svaka pamti jednu kompletnu HDTV sliku i pobuđuje je na ekranu u dva puta višoj frekvenciji. Tako u progresivnom evropskom HDTV sistemu umjesto 25 slika (50 poluslika) imamo 100 slika (4 x 25 u sekundi). Isti taj sistem se upotrebljava i u NTSC sistemu koji onda projicira 120 slika u sekundi. Time je problem *flickeringa* praktično riješen.

### **Američka HDTV**

Po uzoru na Europu i Amerikanci razvijaju svoj vlastiti sustav HDTV, koji je potpuno kompatibilan s NTSC sustavom. Kao privremenu mjeru između NTSC i "stvarne HDTV" predložene su razne solucije koje će ponuditi naprednu televiziju (*Advanced Television* - ATV) ili TV povišene definicije (*Enhanced Definition Television* - EDTV) ili čak televiziju poboljšane (*Improved Definition Television* - IDTV). Svaki od tih sustava temelji se na kompatibilnosti s postojećim NTSC standardima. IDTV koristi modernu tehnologiju progresivnog ispisivanja redova kako bi se poboljšala NTSC slika (Philips IDTV televizori). ATV je termin za sisteme kod kojih se povećava broj linija a neki mijenjaju i omjer stranica.

Kako bi se došlo do američke HDTV svi prijedlozi se testiraju u centru ATTC (centar za testiranje naprednih TV sistema) u Aleksandriji, država Virginija. Zasad je predloženo dvadesetak sistema HDTV. ACTV (*Advance Compatible Television*) je sistem koji u svojoj prvoj fazi koristi samo 6 MHz za davanje *widescreen* slike s poboljšanom horizontalnom i vertikalnom rezolucijom. Postojeći televizori će prikazivati standardnu NTSC sliku bez ikakve degradacije formata 4:3. Broj linija je 1050 (dvostruko od 525 za NTSC) sa rezolucijom krome iste kao kod NTSC sistema.

Druga faza prijedloga je ACTV II. Ovaj sistem koristi širinu dva kanala ili 12 MHz za davanje poboljšane rezolucije i šireg ekrana (16:9). HD-NTSC je kompatibilni sistem koji koristi *sub-sampling* tehniku, a ona uključuje sofisticirane enkodere i dekodere. *Sub-sampling* tretira NTSC sliku kao skup točaka (*piksela*) suprotno analiziranju linijama, te dijeli piksele na trećine. *Smart set* (pametni prijemnik), prijemnik s komponentama upravljanim pomoću mikročipova može sve tako podijeljene piksele smjestiti na njihova odgovarajuća mjesta na HDTV ekranu. U postojećem NTSC prijemniku pikseli su naprosto smješteni u svoju normalnu konfiguraciju. Vodeći kompatibilni sistem dolazi iz Faroudje laboratorije (poznati laboratorij koji prodaje video tehnologiju i poznatim proizvođačima kao što su SONY, Panasonic i dr.) pod nazivom SUPER NTSC. Sistem obuhvaća *pre-processing* u odašiljanju i *post-processing* u prijemniku, dok se zadržava unutar 6 MHz NTSC kanala. Omjer stranica je 1,61:1 koji daje tzv. *letter box* ekran (s crnom linijom na vrhu i dnu ekrana), a broj linija je udvostručen (1050) progresivnim sistemom. Prednost sistema što je potpuno razvijen i demonstriran za prijenos na zemlji i putem kabla. Za vrijeme demonstracije program se bez problema mogao pratiti na standardnim NTSC televizorima, a posebni prijemnici davali su poboljšani signal.

Japanski NHK sistem spada u grupu MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) koja je prvobitno dizajnirana za satelitski prijenos. Većina MUSE sistema su nekompatibilna s NTSC-om, kako u opremi, tako u transmisiji.

Osnovna MUSE grupa predložena u Americi sastoji se od MUSE 6, MUSE 9 i Narrow MUSE.

MUSE 6 je EDTV sistem koji koristi širinu pojasa od 6 Mhz i na taj način zadržava kompatibilnost s NTSC parametrima. Jedan MUSE 6 komprimira sliku i prikazuje je u omjeru 16:9 s crnim linijama preko vrha i dna ekrana (tzv. *letter-box* ekran). Drugi MUSE 6 reže stranice slike radi prilagođenja užem NTSC TV ekranu. Rezolucija tog sistema je 750x600 linija i to nije pravi HDTV sistem. *Narrow* (uski) MUSE je također 6 MHz sistem, ali budući mu je širinu pojasa 8,1 Mhz, za prijenos postojećim sustavima se ona komprimira. MUSE 9 zbog svojeg velikog opsega namijenjen je budućem satelitskom sustavu.

Sony i grupa proizvođača razvili su sistem koji se razlikuje od prvobitnog NHK sistema u omjeru stranica i frekvenciji poluslika. Želeći izbjeći zbrku mnoštva sustava oni su naglasili da njihov hardver (koji radi na 1125/60) treba gledati kao opremu za proizvodnju, bez obzira kakvi su prijenosni standardi. SONY proizvodi opremu pod nazivom HDVS (*High Definition Video Sistem*).

Pojavom HDTV dobili smo mogućnost (koju nismo iskoristili prilikom prelaska na kolor televiziju) standardizacije jedinstvenog sistema, koji bi omogućio nesmetanu razmjenu kulturnih dobara, pojeftinio proizvodnju opreme i produkcije. Ali to je ipak izgleda nedostižno, jer već sada imamo šumu sistema koji to onemogućuju.

Da bi se razumjelo kako bi prelazak na HDTV standard bio kompleksan, važno je biti svjestan ne samo dubine i širine potrošačkog tržišta, već i izravnog utjecaja koje imaju američke TV kuće. Gledano s pozicija kuća, HDTV je jedan od najkritičnijih elemenata "zemaljske" industrije, jer prelaskom na HDTV morali bi se mijenjati postojeći prijenosni sistemi, što traži velike investicije.

### **Standardizacija HDTV**

Međunarodna organizacija za radio-komunikacije CCIR (Comite Consultatif International des Radiocommunications) već niz godina proučava sve parametre koji određuju novu televiziju, kako bi se na međunarodnoj razini postigao jedinstveni standard. Osnovan je odbor koji će neovisno od pritiska industrije ispitati dva predložena standarda visoke rezolucije (prvi 1125 / 60, i drugi, europski, 1250/ 50), a čine ga osim predstavnika svjetskih televizijskih udruženja predstavnici američke i europske filmske industrije (između ostalih i F. F. Coppola). Predviđeno je da se procijene najkritičniji elementi, kao što su rezolucija, percepcija pokreta, osjetljivost i šum. Ocjenjivat će se na ekranu visoke sjajnosti, dijagonale jednog metra. Procjenu kvalitete će dati grupe stručnjaka kojih su dvanestorica stručnjaci za oblast subjektivne ocjene kvalitete televizijske slike.

Pored ovih osnovnih ispitivanja predviđeno je i ocjenjivanje područja koje su od bitnog značaja za prihvaćanja standarda HDTV. Snimat će se kraći programski sadržaji istovremeno na sve kamere (HDTV elektronskom i filmskom kamerom od 35mm). Nakon toga elektronski snimani insert bit će prebačen (kineskopiran) na film i na velikom projekcionom platnu će se uspoređivati kvaliteta direktno snimanog filma i filma dobivenog kineskopiranjem sa HDTV zapisa. Filmski materijal snimljen na 35 mm



prebacit će se (telekinirati) u elektronsku sliku na jednom i drugom HDTV standardu. HDTV snimci će se konvertirati na postojeće TV standarde (PAL, SECAM, NTSC)

U ocjenjivanju uvijek postoji problem "referencije" tj. slike u odnosu na koju se mjeri kvaliteta ispitivanog sistema. "Referencija" će biti realna i zato je predviđena izgradnja simulacije televizijskog ekrana kroz koji bi se u određenoj perspektivi promatrao realan prizor koji je prethodno snimljen HDTV kamerama. Na taj će način doći i do podatka do koje mjere jedan i drugi sistem vjerno odslikavaju stvarni svijet.

Za vrijeme Olimpijskih igara u Seulu, japanska TV kompanija NHK instalirala je 200 HDTV (1125/60) prijemnika po željezničkim stanicama, robnim kućama, kako bi "opipala puls budućoj klijenteli". Taj pokus je pokazao nešto vrlo zanimljivo: da je sadržaj još važniji od forme. Gledaoci su sa uživanjem gledali one HDTV emisije koje su išle uživo, ali čim su se emitirale snimke, okrenuli su se "običnoj" televiziji.

Na Olimpijskim igrama u Barceloni 1992. biti će postavljen Europski HDTV (1250/50) sistem. U Sjedinjenim Državama, oni koji su prvi put vidjeli kristalno jasne slike na divovskom ekranu, uz isto tako perfektan zvuk, uglavnom su bili oduševljeni. Ima i drugačijih mišljenja - tako je Julius Barnthan, jedan od šefova kompanije ABC, izjavio: "Mit o HDTV ovdje nazivamo *carevim novim ruhom*", drugim riječima "ista roba samo drugo pakiranje". Charles F. Dolan, predsjednik kompanije Cablevision Systems Corp.: "Mislim da će ljudi spontano prihvatiti televiziju visoke rezolucije iako je nisu ni tražili. No, oni nisu tražili ni štošta drugo pa su sve to na kraju progutali. Tako je bilo i s televizijom u boji prije dvadeset i više godina."

### **HDTV i TV produkcija**

Već na samom početku zapažene su kreativne mogućnosti i financijske uštede koje pruža HDTV. Čak i prije nego što se u praksi pokazala kvaliteta HDTV slike prebačene (kineskopirane) na filmsku traku, počela se uspješno upotrebljavati kao zamjena za 35 mm vrpcu u TV produkciji. U želji da ispita potencijalne mogućnosti koje pruža nova tehnologija visoke definicije, američka TV mreža CBS je iznajmila kompletnu opremu (na standardu 1125/60), okupila ekipu filmskih radnika koji nisu imali nikakvog iskustva s TV proizvodnjom i proizvela TV film *The Littlest Victims* (Male žrtve). Ovaj dramski projekt rađen je potpuno na filmski način (jedna kamera, tipični filmski *dolly*, filmska rasvjeta). Snimano je SONY HDTV kamerom prve generacije HDC-100 (Saticon 25mm, 16:9) sa NIKON 7:1 zoom objektivom. Snimanje je trajalo 23 dana, snimljeno je 176 scena sa 421 pozicijom kamere i ukupno 1184 dublova od kojih je 747 zadržano za post produkciju. Snimanju je prethodilo dva tjedna pripreme. Sve scene su snimane u realnim ambijentima, najvećim dijelom u dvije dječje bolnice. Osnovni zaključak, koji je CBS izvukao iz ovog eksperimentalnog projekta, da HDTV pruža izuzetne mogućnosti za proizvodnju televizijskih i filmskih programa. Snimanje je završeno u roku, ali smatraju da bi s ekipom osposobljenom za rad s HDTV opremom rok bio znatno kraći. Kvaliteta slike u HDTV-u je ocjenjena kao izvanredna, ali isto tako i kvaliteta slike konvertirana na NTSC standard od

525 linija (čak je ocjenjeno da je bolja nego da se snimalo direktno s NTSC opremom). Slijedeće su osnovne zamjerke i pohvale koje su dali snimatelji:

#### *zamjerke*

- niskoosjetljiva kamera, osjetljiva tek poput filmskog negativa od 50 ASA.
- problemi kod noćnog snimanja zbog slabe osjetljivosti kamere.
- značajan *lag*.
- poteškoće nastaju zbog kabla kojim su vezani kamera i magnetoskop (snimanje na neboderima, iz helikoptera, vožnje i dr.); HDTV kamkoder rješava sve.
- postavljanje oštine je vrlo kritično kod HDTV kamere; neophodna stalna kontrola na monitoru.

#### *pohvale*

- trenutačna kontrola snimljenog materijala (kontrola: kontrasta, atmosfere, svjetlosnog kontinuiteta) i mogućnost korekcije za vrijeme snimanja.
- odličan kontrast omogućava snimanje u protusvjetlu .
- vrlo brzo mijenjanje pozicija kamere.

Takva konačna kvaliteta, olakšice koje elektronika pruža na samom snimanju i velike mogućnosti u postprodukciji potpuno su očarale režisera Pitera Levina koji je izjavio: "HDTV je sjajna stvar, to nije film, to nije elektronika, to je nešto treće".

Kad su u Kanadi htjeli snimiti mini seriju *Chasing Rainbows* sa tzv. *american look* kao npr. *Dinastija* i *Dallas* koji svoj glamurozni izgled mogu zahvaliti činjenici da su snimani na 35 mm negativu, susreli su se zbog toga s velikim financijskim problemom. Producenti *Chasing Rainbows* odlučili su seriju snimiti pomoću HDTV tehnike - zahvaljujući tome je 14 satna mini serija snimljena po cijeni od 600 000 \$ za sat programa, što je ušteda od otprilike 20%. Serija je kasnije prebačena na konvencionalni NTSC i uspješno emitirana.

#### **Primjena HDTV-a u filmskoj industriji**

Kad se za snimanje kinofilmova koristi HDTV tehnika umjesto filmske, ušteda je daleko veća u filmovima koji su prvenstveno bazirani na specijalnim efektima. Sama cijena najma HDTV tehnike za snimanje veća je od najma filmske tehnike, ali se ta razlika kompenzira u daleko jednostavnijoj i jeftinijoj postprodukciji (prvenstveno jer video post produkcija i izrada specijalnih efekata kraće traje od filmske).

American Film Institute (AFI) je 1985. na projektu *Dolazak* ispitao mogućnosti i kvalitetu HDTV sistema kineskopiranog na film. *Dolazak* je jedan od prvih projekata koji su snimljeni i montirani u HDTV tehnici (korišten je SONY HDVS sistem), a kasnije distribuiran u 2500 kina širom Amerike. Na taj 5 minutni film o malom dječaku koji čeka Halleyevu kometu, veliki utjecaj imali

su producent i režiser, ali najdirektniji utjecaj je dalo oko snimatelja. Direktor fotografije John Hora (*Gremlini, Explorers*) je svojom fotografijom u *Dolasku* postigao atmosferu napetosti i neizvjesnosti zadanih scenarijem. Vrlo je zanimljivo pročitati njegove zamjerke, jer danas možemo ustanoviti da li su one razvojem tehnologije riješene. John Hora: "Prje svega kamera je napravljena previše slično ENG (*Electronic News Gathering*) kameri. To se prvenstveno odnosi na objektivne, tražilo, svjetlosna ograničenja i pokretljivost same kamere. HDTV kamera zahtijeva mnogo više svjetla, jer je osjetljivost približna filmu 70 ASA. To je još uvijek niže od onog što bi bilo za očekivati, jer u filmskoj produkciji često se upotrebljavaju negativni osjetljivosti 320-400 ASA. Druga stvar je mogućnost rada isključivo u stvarnom vremenu (30 HDTV/24 film). Kada u filmu želite zoomirati i dobiti prirodan pokret, često morate snimati na 12 ili 16 slika u sekundi, to daje animacijsku preciznost normalnoj ljudskoj brzini. S HDTV-om ništa od toga ne možete napraviti." (Danas se to može riješiti u post-produkciji). Hora priznaje: "Mislim da možete snimati na HDTV i prebaciti je na filmsku vrpcu. Danas je već normalno da se pojedini specijalni efekti snime na HDTV i ukomponiraju u film. Možete i snimati na filmu, prebaciti na HDTV i napraviti *ultimatte* spajanje, pa se opet vratiti na film. Najveća prednost elektronskog spajanja što radi uspješno". *Ultimatte* o kojem govori Hora je specijalni plavi ekran (*blue screen*) dizajniran da na licu mjesta spojite sliku pozadine (*chromakey*) sa scenom koju snimate. (To možete jedino na HDTV). U *Dolasku* je *ultimatte* izvrsno upotrijebljen za dolazak Halleyevog kometa i drugih galaktičkih tijela.

Godine 1987. snimljen je u produkciji RAI (Radio Televisione Italiana) film *Julia and Julia*. To je prvi film koji je kompletno snimljen HDTV tehnikom. Video zapis je pomoću EBR sistema prebačen na filmsku traku. EBR (Electron Beam Recorder) je nova SONY tehnologija za prebacivanje HDTV na 35mm film. Ona se izvodi pomoću jednog uređaja s kojeg se pomoću laserske tehnologije (Electronic Beam Recorder) sličica po sličica ispisuje na crno bijeli film, za svaku od osnovnih boja posebno. Tako dobijemo crno-bijeli film na kojem su odvojeno registrirane informacije o udjelu crvene, zelene i plave boje. Budući je lasersku zraku moguće vrlo precizno kontrolirati, snimljena slika ima čak tehnički bolju rezoluciju nego normalno optički snimljeni 35 mm film. Takav negativ (koji je zbog svoje crno-bijele prirode mnogo postojaniji od originalnog negativa u boji) se pomoću filtara (R, G, B) uz zaustavljanje printer mašine (zbog tamne faze filma) prebaci na 35 mm intermedijalni negativ, s kojeg se rade kopije za distribuciju. Problemi koji nastaje kod prebacivanja HDTV na film, proizlaze iz potrebe konvertiranja 30 slika HDTV na 24 slike filma. Zato EBR sistem od pet poluslika izbacuje jednu, tako da su pet poluslika dvije filmske slike. Taj postupak reduciranja HDTV slike može na filmu izazvati diskontinuitet pokreta. To se na filmu *Julia and Julia* ne primjećuje, iako je sistem bio u eksperimentalnoj fazi. Postignuta je zadivljujuća kvaliteta slike. Iako još uvijek bolujući od određenih elektronskih grešaka kao što je niska osjetljivost kamere, primjetan *lag* (zaostajanje /pamćenje/ svjetla) kod pokreta kamere za vrijeme snimanja u niskim svjetlosnim uvjetima), možemo reći da je *Julia and Julia* bio uspješni proboj HDTV sistema u filmsku industriju. Nova era filmske industrije je započela! Tako su ubrzo američki gledatelji mogli vidjeti film *Crack in the mirror* (Pukotina u ogledalu) Barrya Reboa koji je isto snimljen HDTV tehnikom. Trenutno se u svijetu snima više od 15 filmova HDTV tehnikom.

## Razvoj HDTV tehnike

### *Kamere*

Osnovni problem kod snimanja HDTV kamerom je njezina manja osjetljivost u odnosu na filmsku emulziju. Kada govorimo o osjetljivosti video kamera moramo razlikovati razinu svjetla pri kojem kamera registrira sliku, od razine koja je potrebna za korektnu sliku - pogotovo ako je uspoređujemo s filmskom slikom. Još uvijek u većoj ili manjoj mjeri, kada se snima u niskim svjetlosnim uvjetima, cijevne HDTV kamere pamte svjetlo.

Svi ti nedostaci nestaju prelaskom na poluvodičku tehnologiju. CCD kamere se također dijele po veličini senzora (standardne CCD kamere kao i cijevne najčešće imaju format od 13 ili 17 mm) i po vrsti chipova. Tako se INTERLINE TRANSFER (IT), FRAME INTERLINE TRANSFER (FIT) i FRAME TRANSFER (FT) chipovi koriste u profesionalnim CCD kamerama. CCD kamere, iako su otklonile glavne nedostatke cijevnih kamera ipak nisu bez mana. Njihov glavni nedostatak je tzv. *Vertical Smear* efekat (vertikalna mrlja) koji nastaje kad CCD kamerom snimamo točkasti izvor svjetla u slabim svjetlosnim uvjetima (demonstrira se kao svjetlosna zraka koja je vertikalno povučena od izvora svjetlosti). Taj nedostatak gotovo je otklonjen u kamerama koje koriste FIT *chipove* (jedini nedostatak tih kamera je cijena). CCD studijska kamera standardnog formata koristi FIT chipove 17 mm i 450 000 točaka (piksela), a ENG kamera sa 13 mm IT chipove s 250 000 piksela. Vrhunske CCD kamere imaju kolorometriju istovjetnu cijevnim. Mnoge imaju ugrađenu mogućnost kratke ekspozicije za snimanje objekata u kretanju. *Chip* tehnologija je omogućila smanjenje videokamere, pa se ona može proizvoditi i kao camcorder (Betacam SONY BWV 400, AMPEX BWV 300). HDTV kamere još uglavnom koriste SATICON (SONY HDC 300) ili PLUMBICON cijevi formata 25 mm. Glavni razlog je što je s cijevima lakše izvesti promjenu formata slike (na 16:9). Toshiba je već promovirala HDTV kameru s IT *chipom*. Sony razvija 25 mm FIT *chip* od 2 000 000 piksela. Konačno će se proizvesti CCD HDTV kamera koja će otkloniti nedostatke prethodnih. Kad se već učinilo da su cijevne kamere završile svoj vijek, proizvedena je HDTV kamera (IKEGAMI HL-1125) s cijevima nove tehnologije (HARP-TARGET). Osnovna je prednost ovih cijevi što su cca 10 puta osjetljivije od dosadašnjih HDTV kamera. Kod razine osvjetljenosti od 180 luksa HARP-TARGET kamera je pri zaslonu 4 dala odličnu sliku. Za istu takvu sliku kameri sa Saticon cijevima je trebalo 2000 luksa. (Kod svih se video kamera može podizati osjetljivost, ali to uvijek utječe na kvalitetu slike; pojavljuje se šum u slici. Obično se može podići za 6 db, 12 db i 18 db.) Super osjetljivost Harp-Target kamere ne utječe na kvalitetu slike, rezoluciju, spektralni raspon, lag i šum/. Zbog različitih HDTV standarda pojedini proizvođači proizvode multi standard kamere koje se mogu upotrebljavati u nekoliko sustava. Kamera KCH 1000 koju proizvodi BTS (Broadcast Television System; udruženi Bosch i Philips), može snimati na svim HDTV sustavima. Zanimljiva je Pro-scan kamera (Thomson) koja može snimati na 525/59,94/1:1 NTSC, 625/50/1:1, a i u HDTV standardima 1250/50/2:1, 1125/60/2:1 u omjerima slike 4:3 i 16:9. Osim zoom objektiva za HDTV kamere se proizvode i primarni objektivi različitih žarišnih dužina.

## *Magnetoskopi*

Magnetoskop je uređaj koji video signal zapisuje na magnetsku traku. O tehnologiji primijenjenoj kod magnetoskopa također ovisi kvaliteta TV slike.

Kada se video signal zapisuje u analognom obliku, osnovni nedostatak zapisa je što kod svakog prijepisa dolazi do degradacije kvalitete slike, naročito ako su luminancija i krominancija spojeni u složeni video signal. (Složeni video signal sadrži u biti dvije informacije, luminanciju i krominanciju. Luminancija (Y) je monokromatski signal i odgovara svjetlini scene. Krominancija (C) predstavlja nijansu i zasićenje boje. Luminancija i krominancija se postupkom kodiranja (NTSC, PAL, SECAM) pretvaraju u jedan signal). Svako kodiranje predstavlja kompromisno rješenje i uzrok je mnogih degradacija u kvaliteti finalnog signala. Degradacija složenog (composite) signala neizbježna je i vrlo uočljiva kod višestrukog presnimavanja, što je redovit slučaj kod elektronske montaže u postprodukciji. Kompozitni sistem upotrebljavaju profesionalni U-matic i jednopalačni C format (amaterski VHS, BETA i 8mm).

Kako bi se gubitak kod prijepisa smanjio i otklonili nedostaci složenog signala, luminatni i kromatski signal se mogu snimiti odvojeno - tako smo dobili komponentni (component) video signal. Na taj način poboljšana je kvaliteta slike i smanjena degradacija u post produkciji. Kod razdvojenog signala olakšana je manipulacija signalom pa su se povećale kreativne mogućnosti u post produkciji (na temelju detaljnih mjerenja zaključeno je da čak 5. generacija snimke zadovoljava). Komponentni video formati su BETACAM (SONY) i MII (Panasonic, JVC) u profesionalnoj klasi, a u industrijskoj Super VHS, ED-Beta i Hi-8. Tako, na primjer, Super VHS (JVC je već proizveo poboljšani Profesional VHS) ima rezoluciju od 400 linija za razliku od U-matic sistema koji u SP verziji ima samo 300 linija. Sve je to vodilo k poboljšanju slike. No tek prelaskom na digitalni oblik zapisa video je doživio veliki napredak. Prva i osnovna razlika je što se digitalnim načinom zapisa i kod višestrukog prijepisa zadržava kvaliteta originala. To omogućuje ne samo zadržavanje kvalitete slike, već i velike mogućnosti u postprodukciji. Digitalni video u spoju sa kompjutorskom tehnologijom dalje omogućuje izradu do sada neizvedivih specijalnih efekata. Sony je razvio D-1 (komponentni) i D-2 (kompozitni) sustav. Oba sustava i dalje koriste kazetu kao medij na koji zapisuju video signal. D-2, iako kasnije razvijen, prilagođeniji je postojećim sustavima. Sony je za svoj HDVS sistem na bazi magnetoskopa C formata razvio digitalni magnetoskop HDD-1000 (koji kao i jednopalačni analogni upotrebljava vrpcu širine 25 mm i trajanja 63 min.). Za razliku od Sony HDVS-a, Europski sistem je baziran na analognom magnetoskopu. Sony za HDVS sistem proizvodi i kompletan postprodukcijski lanac (mješalo slike, efekt-generator, konvertor signala, reportažna kola, kazetni magnetoskop, uređaj za reprodukciju video ploče i dr.) Za amatersko područje postoji već kazetni magnetoskop i uređaj za video ploču (CD). Iako se Evropski sustav počeo kasnije razvijati, postoje i ovdje već nekoliko uređaja (kamera, mješalo, veliki elektronski projektor). HDTV televizijski prijarnici se pojavljuju u dvije izvedbe: s klasičnim kineskopima i kao elektronski projektor. Obje izvedbe imaju dva nedostatka: veliki volumen i veliku težinu. Za kućnu bi upotrebu bili znatno prikladniji prijarnici s LCD ili sličnim "plosnatim ekranima", koji bi se kao slika postavili na zid. Očekuje se brzi razvoj HDTV prijarnika zbog velikog tržišta.

## **Budućnost HDTV**

U SAD se intenzivno istražuje postupak emitiranja HDTV preko zemaljskih odašiljača, gdje se nastoji omogućiti prijem HDTV programa NTSC-prijamnicima (oko 160 milijuna). Dva su postupka razvijena za emitiranje HDTV signala preko radiodifuznih satelita: DBS MUSE i HD MAC. *Direct Broadcast Satellite* distribuira TV signal pretplatnicima bez posrednika, a antene promjera ne većeg od 1 metra omogućuju televizijskoj publici svijeta praćenje svjetskog programa. HD Mac je razvijen u Evropi i kompatibilan je s sustavom MAC, (koji se uvodi u Evropi umjesto PAL-a), što je u skladu s predviđenim evolutnim pristupom.

Za kinematografe i velike dvorane predviđa se reprodukcija HDTV snimke s magnetoskopa ili CD ploče, pomoću velikog elektronskog projektora. HDTV signali mogu se emitirati iz jednog distribucijskog centra preko satelita što omogućuje filmu istovremenu svjetsku premijeru. Konačne dosege HDTV zasad možemo samo naslućivati.