

Tecnologia de vídeo

Antoni Marín Amatller

PID_00156664



Universitat Oberta
de Catalunya

www.uoc.edu



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

Índex

1. La formació de la imatge.....	5
1.1. Imatge electrònica enfront imatge fotogràfica	5
1.2. El sensor electrònic	6
2. El vídeo analògic.....	9
2.1. Sistemes de televisió	10
2.2. Estructura de la cinta de vídeo	12
2.2.1. Pistes d'àudio	14
2.2.2. Pistes d'imatge	14
2.3. Formats de vídeo analògic	14
2.3.1. Vídeo compost	16
2.3.2. Vídeo Y/C	16
2.3.3. Vídeo per components	16
2.4. Resolució dels formats	17
2.5. Connexions	18
3. El vídeo digital.....	19
3.1. El senyal de vídeo digital	20
3.1.1. La taxa de bits (<i>bit rate</i>) o velocitat de transferència de dades	24
3.2. Usos del vídeo digital	24
3.3. Formats de vídeo digital	27
3.3.1. Edició	27
3.3.2. Publicació	28
3.4. Tecnologies de vídeo en el Web	29
4. Dispositius de captura.....	32
4.1. Càmeres de vídeo SD	33
4.2. Càmeres de vídeo en HD o HDV	36
4.2.1. Formats de vídeo d'alta definició	36
4.2.2. L'HDV en l'edició i la distribució	37

1. La formació de la imatge

Recórrer, tal com ho farem, a la fotografia i al cinema com punt de partida per a analitzar la imatge electrònica té com a objectiu aprofitar una experiència àmpliament coneguda. La pel·lícula fotogràfica i la cinematogràfica són elements familiars per a la majoria de la gent. Si bé hi ha unes diferències notables entre la imatge de cinema i la de vídeo, entre totes dues hi ha similituds també grans.

1.1. Imatge electrònica enfront imatge fotogràfica

La imatge fotogràfica és el resultat d'un procés fotoquímic. Està formada per uns grans la freqüència dels quals a l'emulsió reproduïx les tonalitats que es pretenen captar. L'emulsió, ja sigui en forma de paper sensible o en forma de pel·lícula, és un material amb una superfície impregnada de material fotosensible que es transforma sota la influència de la llum. En l'emulsió de blanc i negre, les sals compostes de plata s'agrupen en grans. Durant el revelatge, aquells sobre els quals ha incidit la llum s'ennegreixen i les seves agrupacions formen la imatge fotogràfica. En el material de color el procés és similar, si bé aquí hi ha diferents capes que són sensibles als colors primaris. De la suma s'obté la reproducció en color de la realitat.

Passant de la fotografia al cinema, el procés anterior es repeteix per a cada un dels fotogrames del film. La imatge cinematogràfica clàssica es produeix també per processos fotoquímics; el factor afegit aquí, respecte de la imatge estàtica, és la projecció d'un nombre determinat de fotogrames per segon per a crear la sensació del moviment continu. Actualment comença a haver-hi les noves sales de cinema digital, que prescindixen del rotlle de pel·lícula tradicional. El cinema digital constitueix una realitat en apogeu el canvi de la qual es nota no únicament en els processos de producció, sinó també en els de projecció, visió i publicació.

En cinema, per a aconseguir una reproducció realista del moviment es projecten vint-i-quatre fotogrames per segon. Una velocitat superior provoca la projecció a càmera ràpida, mentre que una velocitat inferior implica una visualització amb alentiment. Per sota de cert límit, el moviment es deixa de percebre com a continu i es fan evidents els fotogrames individuals. El fet que la successió d'imatges fixes es percebi com un continu en moviment és el resultat de la persistència retinal.

La imatge videogràfica presenta una analogia amb la cinematogràfica pel fet que totes dues es formen a partir de la successió d'un nombre determinat d'imatges per segon, i en difereix perquè no es tracta d'una imatge d'origen fotoquímic, sinó electromagnètic.



Per a experimentar directament que la imatge videogràfica és diferent de la fotogràfica n'hi ha prou d'aixecar la pestanya d'una cinta de vídeo per a veure que només s'observa una superfície grisa. Ni les bandes d'imatge ni les de so no són evidents, però la seva existència és deduïble des del moment en què, en col·locar la cinta al reproductor, podem visionar les imatges. D'altra banda, és evident que la llum directa no espatlla la informació gravada a la cinta, tal com sí que ocorre amb la pel·lícula fotogràfica sense revelar. La cinta de vídeo registra imatge i so d'una manera diferent com ho fa la pel·lícula cinematogràfica, però es basa, igual que aquesta, en el mateix principi de la persistència retinal.

De la mateixa manera que l'emulsió fotogràfica és sensible a la llum, la cinta de vídeo és sensible als impulsos elèctrics, que es coneixen com a *senyal de vídeo*.

El senyal de vídeo pot ser analògic, quan la informació gravada és formada per impulsos continus, o digital, quan està formada per dígit.

1.2. El sensor electrònic

Una vegada feta la comparació entre fotografia, cinema i vídeo, analitzarem com es converteix la informació visual de la realitat al vídeo. Deixant d'un costat el que es coneix com a *imatge sintètica*, és a dir, la generada per programes d'edició gràfica o d'animació, la imatge de vídeo es genera amb una càmera.

La llum incideix, rebota als objectes i part dels rajos reflectits penetren a la càmera a través de l'òptica. Aquests rajos es concentren sobre una superfície sensible, que és la que genera la imatge. En les càmeres de fotografia o cinema tradicionals, aquesta superfície és el negatiu. En les càmeres de vídeo és el sensor electrònic.

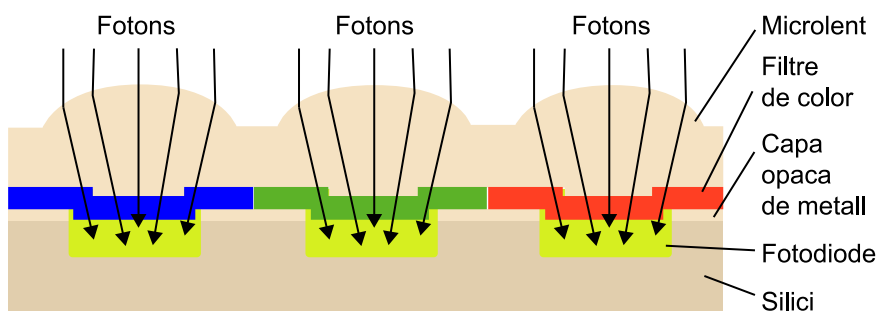
El sensor és un dispositiu sensible als canvis d'intensitat o brillantor de la llum i als canvis de color. La brillantor i la composició cromàtica de la llum són els dos paràmetres bàsics que analitza el sensor. Es coneixen amb freqüència com a *luminància* i *chrominància*.

El sensor electrònic és un xip de silici que conté milers de columnes i files de cèl·lules sensibles a la llum. Són els denominats *píxels*. Cada píxel analitza la llum que incideix a sobre seu i en mesura la intensitat. El sensor només mesura la intensitat i la brillantor. Com que és monocrom, no mesura la combinació de colors.

Llavors, si el sensor és monocrom, com es crea la imatge en color? Vegem els procediments per a fer-ho. Bàsicament són dos, un que és el propi de les càmeres professionals (de tres sensors) i un altre que és el que utilitzen les càmeres domèstiques (d'un sensor).

En el cas d'una càmera de tres sensors, la llum que arriba des de l'òptica travessa primer una sèrie de prismes que la separen en els seus components. El feix de llum verda es dirigeix a un sensor, el de llum vermella a un altre i el de llum blava a un altre. Cada sensor analitza, doncs, un únic tipus de llum. Fa una anàlisi monocroma, però únicament sobre les intensitats d'una llum determinada. Posteriorment, la informació de cada sensor es reuneix de nou. La imatge té els tres canals bàsics, RGB, i és una imatge en color.

En el cas de les càmeres d'un sensor, els filtres que separen els colors de la llum es col·loquen en cada una de les cèl·lules sensibles, de manera que a cada una arriba únicament un tipus de llum. Aquestes cèl·lules sensibles es denominen *fotodíodes*. Vegem-ne un esquema del funcionament.



En l'esquema veiem tres fotodíodes. Sobre cada un es col·loca una lent que concentra la llum a sobre seu. Entre el fotodíode i la lent podem apreciar l'existència del filtre. Cada un deixa passar només un tipus de llum.

D'aquesta manera, el que tindriem si el procés acabés aquí seria una imatge amb punts de tres colors. En realitat, cada píxel conté informació dels tres canals de color. A la informació real de cada color s'afegeix la dels altres dos, que es calcula per interpolació a partir de la informació que contenen els fotodíodes contigus.

Els fotodíodes no es reparteixen de manera uniforme, sinó que se'n col·loquen dos de verds per cada un de blau i un de vermell. L'ull és més sensible al verd que als altres dos colors. La proporció major de fotodíodes que analitzen el verd al sensor electrònic vol ser una aproximació a la visió humana.

La distribució dels fotodíodes sensibles a cada color es coneix com a *matriu Bayer*.

El sensor analitza la llum incident i la descriu mitjançant informació numèrica que conté els nivells de brillantor de cada un dels tres colors bàsics: vermell, verd i blau. En certa manera, la funció dels píxels es pot comparar amb els punts de tinta d'una impressió. Com més gran és el nombre dels píxels existents per unitat de superfície, més gran és la sensibilitat i la qualitat de la imatge que es genera.

Hi ha dos tipus bàsics de sensors d'imatge:

1) **Sensor CCD.** És un dispositiu la superfície del qual conté un nombre determinat de condensadors. Cada un és capaç de generar les càrregues elèctriques que es produeixen amb la incidència de la llum i transferir-les. Van ser inventats per Willard Boyle i George Smith el 1969 als laboratoris Bell.

2) **Sensor CMOS.** Els xips CMOS consumeixen menys potència que els CCD i la fabricació resulta relativament més fàcil i barata.

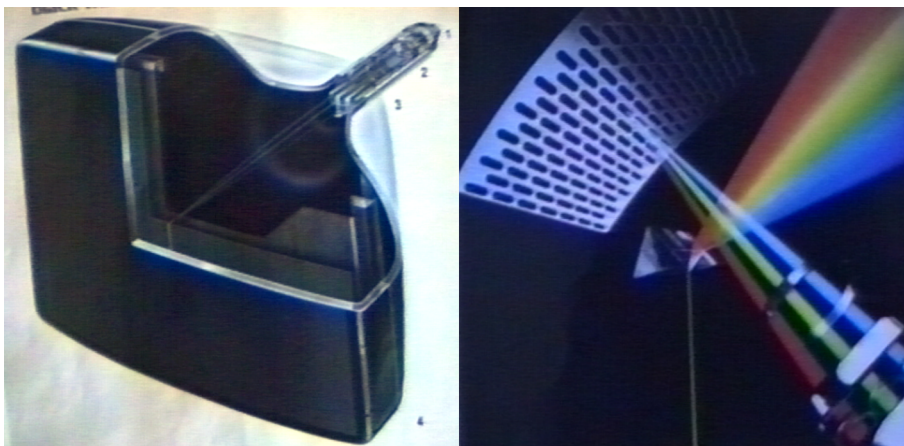
Així doncs, la càmera de vídeo és un mecanisme capaç de generar un senyal de vídeo a partir de la informació lluminosa que rep a través de l'objectiu. El mecanisme que analitza la llum es denomina sensor d'imatge i pot consistir en un CCD o un CMOS. La informació que generen aquests dispositius es coneix com a *senyal de vídeo* i es pot processar, desar o transmetre. Segons si aquest senyal està format per impulsos electromagnètics o per dígit, estarem parlant de vídeo analògic o digital.

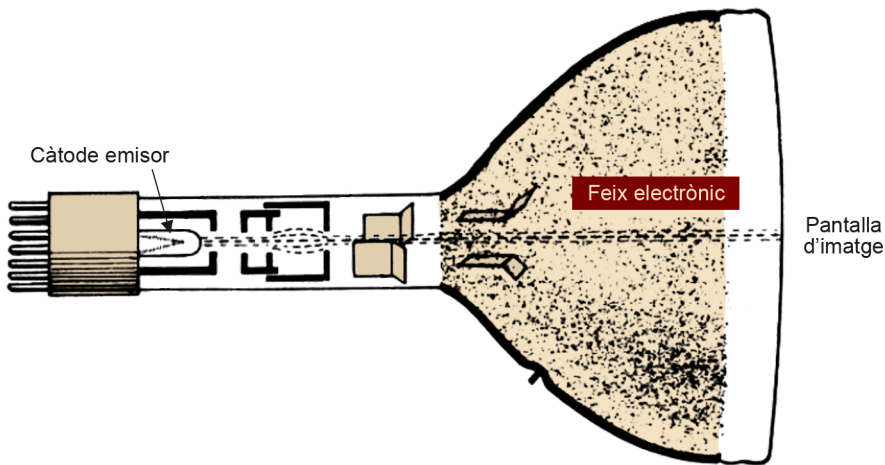
2. El vídeo analògic

El vídeo analògic ja pràcticament ha passat a formar part de la història. Les tecnologies analògiques del vídeo s'han substituït per les digitals. L'apagada analògica de la televisió i el pas definitiu a la digital és una bona mostra d'això. Malgrat el perill de contingut arqueològic que pot tenir aquesta etapa, descriurem els sistemes analògics principals i alguns conceptes bàsics que perduren malgrat l'important canvi experimentat.

Un primer concepte important és el *fotograma* o *frame*. Es tracta de l'equivalent del fotograma en cinema, i és una de les imatges de la successió contínua que es projecta o visiona per a crear la sensació d'imatge en moviment. En el cinema es projecten vint-i-quatre fotogrames per segon, mentre que el vídeo a Europa (sistema PAL) utilitza vint-i-cinc fotogrames per segon.

En el cinema, cada fotograma és una superfície amb una continuïtat de tons. En el vídeo, un fotograma es construeix a partir d'una successió de línies horitzontals que escombren la pantalla. Aquestes línies estan formades per punts que, mirats amb l'ampliació suficient, resulten un conjunt de punts lluminosos vermells, verds o blaus.





En el televisor tradicional, la pantalla és la superfície que cobreix el tub catòdic. Des del fons d'aquest es projecten feixos d'electrons que formen les línies que comentàvem abans. El raig dispara ràfegues d'electrons de manera seqüencial sobre una pantalla coberta de milers de cèl·lules de fòsfor. La brillantor a la pantalla es produeix de manera proporcional a la intensitat del raig. Quan el flux d'electrons és massa feble per a activar el fòsfor, l'àrea de la pantalla corresponent apareix en negre, i en el moment en què el flux té la intensitat suficient, la cèl·lula s'il·lumina.

Quan es tracta d'un monitor en color, el tub disposa de tres canons d'electrons en la part posterior, una per a cada un dels colors primaris: vermell, verd i blau. En aquest cas, la pantalla frontal disposa de grups de cèl·lules perfectament alineades sensibles selectivament a cada un dels colors. Cada un dels rajos es dissenya per a activar les cèl·lules vermelles, les verdes o les blaves. Les diferents combinacions dels tres colors primaris creen l'àmplia gamma de tonalitats cromàtiques que es mostren en una pantalla electrònica.

Quan s'encén un televisor, un raig projecta electrons sobre les cèl·lules de fòsfor que formen la pantalla i l'escombren d'esquerra a dreta i de dalt a baix. Cada sistema de vídeo es caracteritza per requerir un nombre determinat de línies per a escombrar per complet la superfície de la pantalla i crear, així, un fotograma. Vegem a continuació les característiques de cada un dels sistemes.

2.1. Sistemes de televisió

Hi ha tres sistemes de vídeo, que són PAL, NTSC i SECAM. Cada un correspon a una zona geogràfica diferent i representa una manera específica de codificar la informació. Les diferències en la manera com cada sistema codifica el senyal de vídeo impedeixen que una cinta o un DVD d'una zona es pugui visionar en una altra.

Sistema	Nombre de línies per a construir un fotograma
PAL	625
NTSC	525
SECAM	625

Els sistemes PAL i SECAM projecten 625 línies de ràfegues d'electrons sobre la pantalla del televisor per a completar una imatge. En NTSC, el nombre de línies és de 525. Aquesta imatge completa es denomina *fotograma* o *frame* i equival al fotograma en cinema.

De fet, el procés no és tan simple. En realitat, l'exploració de la pantalla pel feix d'electrons té lloc en dues fases. En un primer recorregut es construeixen les línies senars i en una segona passada, les parelles. Cada un d'aquests recorreguts forma un camp, i els dos camps formen el fotograma.

La construcció dels fotogrames a partir de dos camps prové de la necessitat d'evitar el parpelleig que es deriva del temps d'exploració de la pantalla. Duent a terme primer l'exploració dels camps senars i a continuació la dels parells, el parpelleig es minimitza. Els valors de seixanta camps per segon en NTSC i de cinquanta per segon en PAL provenen de la necessitat d'adaptar la televisió a les freqüències de la xarxa elèctrica als Estats Units i a Europa.



Fins aquest moment hem descrit el procés de la construcció d'un fotograma. Seguint amb l'analogia amb el cinema, toca ara considerar el nombre de fotogrames per segon de cada sistema. Tal com sabem, perquè es produeixi el fenomen de la persistència retinal és necessària una determinada freqüència d'imatges per segon. Es tracta dels fotogrames per segon, habitualment representats com a *fps*.

En el cinema es projecten vint-i-quatre fps. En vídeo, cada sistema presenta els valors que es mostren a la taula següent, que són els que prenen com a base per als processos d'edició.

Sistema	fps
PAL	25
NTSC	30
SECAM	25

Anteriorment ja s'ha dit que cada fotograma es construeix a partir de dos camps. És el que es denomina *vídeo entrelaçat*, una noció característica del vídeo analògic. Actualment, amb els sistemes digitals de vídeo i especialment amb els nous formats d'alta definició, es disposa també de l'opció de treballar amb vídeo progressiu. En aquest cas, els fotogrames es construeixen línia per línia sense passar primer per les senars i després per les parelles.

Recordem que l'entrelaçament en el vídeo prové de la necessitat d'adaptar la freqüència televisiva de cada sistema a la freqüència de l'energia elèctrica de cada país. Així, les diferents freqüències als Estats Units i Europa van ser factors que, si bé no de manera exclusiva, encara que sí important, van determinar el desenvolupament d'estàndards diferenciats. La taula següent mostra el nombre de camps que s'utilitzen en cada un dels sistemes i la localització geogràfica de cada sistema.

Sistema de vídeo	Nombre total de línies	Localització geogràfica principal
PAL	50	Europa
NTSC	60	Estats Units, Japó
SECAM	50	França i Rússia

La diferència bàsica entre els sistemes PAL i SECAM és la manera de representar el color.

2.2. Estructura de la cinta de vídeo

Vegem com s'estructura la informació en una cinta de vídeo. Si la inspeccionem visualment, veiem una superfície grisa. Si la poguéssim observar en secció, mostraria una sèrie de capes distribuïdes verticalment, que són les següents:

- una base de polièster
- una capa amb l'emulsió sensible
- una capa protectora

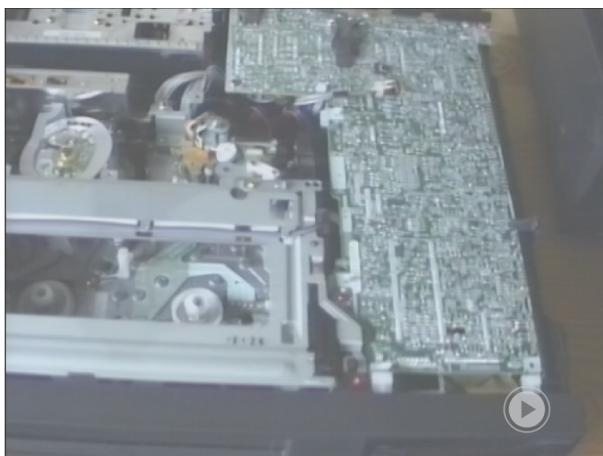
Però més que aquesta estructura vertical, ens interessa conèixer com està organitzada la superfície. S'hi distingeixen una sèrie de pistes que recullen de manera separada la informació d'àudio, la informació de vídeo i els senyals de sincronia. Es tracta de les següents:

- la pista de control
- la pista d'àudio
- la pista de vídeo



Els **senyals de sincronia** són bàsics per a la visualització perfecta del vídeo, ja que controlen que la reproducció de la imatge i el so es faci de manera sincrònica. Una cinta verge, quan no està pistada, manca d'aquests senyals, i si s'intenta reproduir en un magnetoscopi s'observa que la numeració no corre al visualitzador (*display*) del comptador. El senyal de sincronia únicament es pot gravar mitjançant la funció d'enregistrament (REC). Aquest senyal es grava en la **pista de control**.

Quan s'insereix imatge o so sobre una cinta prèviament pistada, la pista de sincronismes roman inalterada. L'enregistrament de la pista de control consisteix en un registre regular d'impulsos a la cinta. Aquests impulsos sincronitzen la rotació del capçal i la velocitat de la cinta.



2.2.1. Pistes d'àudio

Les pistes d'àudio es troben ubicades normalment en un dels extrems de la cinta i registren el so d'una manera similar a com es fa en una casset. Quan l'enregistrament és mono, hi ha una única pista, mentre que quan és estèreo se'n distingeixen dues, una per al canal esquerre (L) i una altra per al dret (R).

La pista reservada al so, mono o estèreo, és comuna a tots els aparells de vídeo, de manera que qualsevol magnetoscopi pot llegir la informació existent o gravar-hi nous registres sonors.

En els aparells tradicionals amb so d'alta fidelitat hi ha dues pistes d'àudio suplementàries que només es poden reproduir en aquests magnetoscopis. Els aparells normals ignoren el so d'alta fidelitat perquè no es grava en la zona de les pistes de so, sinó en les d'imatge. En les cintes gravades en alta fidelitat hi ha quatre pistes d'àudio en total.

2.2.2. Pistes d'imatge

La zona intermèdia de la superfície de la cinta és reservada al registre de les imatges. Els diferents fotogrames es graven en pistes inclinades que responen al recorregut que fan els capçals.

Fins a la introducció de la tecnologia digital en l'edició de vídeo, únicament els models de magnetoscopis professionals permetien una precisió al fotograma durant l'edició. Només formats com el **Betacam** eren capaços d'esborrar la informació d'un fotograma i substituir-la per una altra sense afectar els adjacents. En els models domèstics, una edició de precisió era totalment impensable.

El vídeo digital ha canviat totalment aquest panorama, i avui dia els programes d'edició digital permeten una precisió total.

2.3. Formats de vídeo analògic

Com ja hem comentat, la informació que integra el senyal de vídeo és de dos tipus, la referida a la brillantor (luminància) i la referida al color (crominància). La manera com es registra, transporta i emmagatzema aquesta informació varia entre els diferents formats de vídeo. Bàsicament, es distingeixen tres modes de tractar aquesta informació:

- vídeo compost
- vídeo separat (Y/C)
- vídeo per components

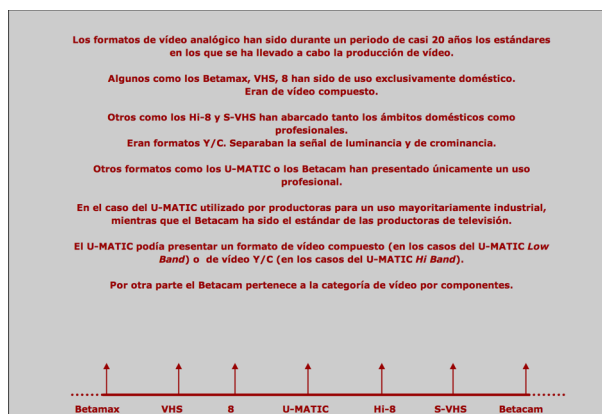
El **vídeo compost** és el format més general i comú en els dispositius de vídeo domèstic. L'Y/C i el vídeo per components estan dissenyats per a produir una qualitat més alta i per a resistir amb el mínim de deteriorament les múltiples

generacions o còpies. Actualment, les generacions en vídeo han deixat de ser un problema, ja que amb els sistemes digitals no hi ha deteriorament de la imatge en fer una còpia si es treballa en formats no comprimits. Però en l'edició analògica, la multigeneració era molt limitada i condicionava totalment els fluxos de treball.

A la taula següent es mostren les diferents maneres com cada format de vídeo tracta la luminància i la crominància.

Format	Luminància	Crominància
Compost	Barrejades	
Separat	Y	C
Components	Y	UV

- El component Y representa la luminància en els formats de vídeo separat i per components.
- El component C representa el color en el vídeo separat.
- El YUV és un espai de color que codifica el color tenint en compte la percepció humana. Té un component de luminància i dos de crominància. És un espai de color estàndard usat en televisió PAL o NTSC. El YUV presenta més analogies amb la percepció del color per l'ull humà que l'RGB.
 - El component Y té el valor de $Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$.
 - El component U es representa com $U = 0,492(B - Y)$.
 - El component V es representa com $V = 0,877(R - Y)$.



2.3.1. Vídeo compost

En el vídeo compost, tota la informació del senyal de vídeo es transporta per mitjà d'un únic cable. Constitueix un estàndard en tots els equips de vídeo. En els domèstics acostuma a ser l'únic sistema disponible, mentre que en els equips més sofisticats sempre es troba una sortida o una entrada de vídeo compost.

El vídeo compost presenta el desavantatge d'una qualitat inferior a altres formats de vídeo, ja que el senyal es deteriora amb més facilitat. Els senyals de luminància i crominància s'entremesclen i es produeixen interferències amb facilitat.

El Vídeo 2000, el Betamax, el VHS i el 8 són, o eren, exemples de vídeo compost.

Els connectors típics d'aquest tipus de vídeo són els BNC o els RCA.

2.3.2. Vídeo Y/C

Els sistemes de Y/C separen els senyals de luminància i crominància. Per aquesta raó, també es denominen sistemes de vídeo separat (**S-Vídeo**).

Els connectors per a aquest tipus de vídeo separen de manera adequada el senyal. Són els cables Y/C.

Un dels avantatges d'aquesta separació és que es manté un nivell de qualitat més elevat que el que ofereixen els sistemes de vídeo compost, tant en l'enregistrament com en les generacions posteriors.

2.3.3. Vídeo per components

El sistema de vídeo per components no separa únicament el senyal de luminància de la de crominància, sinó que també individualitza aquesta última en tots els processos d'enregistrament i edició. En la cinta es registren tres senyals separats, i són necessaris també tres cables independents per a connectar els diferents aparells que intervenen en el procés. Es pot tractar de cables BNC o de connectors específics.

L'avantatge d'utilitzar un sistema per components és que manté una qualitat d'imatge elevada, fins i tot després de successives generacions. Resultava, per tant, un format adequat per a processos d'edició que requerien l'elaboració d'efectes complexos i la realització consegüent de diverses generacions.

2.4. Resolució dels formats

Els formats de vídeo tenen diferents resolucions. Es parla de línies de resolució horitzontal amb referència al nombre de punts que constitueixen cada una de les 625 línies que formen el fotograma. Com més gran és la resolució horitzontal, major és la definició de la imatge resultant.

Dins de cada format hi ha diversos estàndards, amb diferents nivells de resolució i amb aplicacions en entorns professionals, domèstics o mixtos. Els estàndards que utilitzen el sistema de vídeo compost són el **Betamax**, el **VHS**, el vídeo **8** i l'**U-MATIC**. La resolució dels primers està per sota de les 300 línies de resolució horitzontal.

Els sistemes de Y/C van evolucionar a partir dels de vídeo compost. Així, a partir del **VHS** es va originar el **S-VHS** i a partir del **8**, el **Hi8**. En tots dos casos, els models superiors poden llegir i gravar en els formats de menor qualitat, però els aparells en **VHS** i **8** no poden reproduir els enregistraments fets en **S-VHS** i **Hi8**. Aquests sistemes aconsegueixen uns nivells de resolució horitzontal superiors a les quatre-centes línies. De tota manera, aquest nivell de qualitat no és suficient per a cobrir les necessitats de les múltiples generacions que amb freqüència són necessàries en els processos d'edició.

En el vídeo per components es mantenen separats els tres senyals durant tot el procés d'edició. Per a transportar el senyal són necessaris tres cables. Així mateix, tots els elements que intervenen en l'edició han de poder processar els tres canals separadament. El **Betacam** constitueix el format estàndard amb qualitat *broadcast* en la majoria de les televisions i les productores de vídeo. La resolució horitzontal en aquests sistemes supera les set-centes línies.

Tant el senyal de vídeo per Y/C com el senyal per components es poden convertir en vídeo compost en qualsevol moment.

La següent taula compara els paràmetres propis de cada format:

Estàndard	Format de vídeo	Àmbit d'ús	Resolució horitzontal
Betamax	compost	domèstic	240
VHS	compost	domèstic	240
8	compost	domèstic	240
U-MATIC LB	Y/C	professional	250
U-MATIC SP	Y/C	professional	330
S-VHS	Y/C	domèstic/professional	400
Hi8	Y/C	domèstic/professional	400

Estàndard	Format de vídeo	Àmbit d'ús	Resolució horitzontal
Laserdisc	Y/C	domèstic/professional	425
Betacam	components	professional	700

2.5. Connexions

Sempre que es treballa amb múltiples equips de vídeo, és necessari connectar-los per a formar les configuracions necessàries per a cada tasca. Per a això és necessari disposar dels cables i les connexions adequades. El fet de revisar que tots els elements funcionin i que no hi hagi problemes de connexió és un bon hàbit de treball a l'hora d'evitar que les dificultats es detectin en meitat d'un enregistrament.

La connexió entre els diferents equips de vídeo amb els quals se sol treballar en una producció es fa mitjançant una sèrie de cables que transporten el senyal.

La majoria dels equips professionals utilitzen connectors BNC per al vídeo i connectors Canon (XLR) per a l'àudio. Els equips domèstics utilitzen majoritàriament connectors RCA o connectors *jack* o *minijack*.

Els connectors de radiofreqüència que transporten barrejats els senyals d'àudio i vídeo pràcticament no s'usen en els equips professionals. Resulten vàlids per a la recepció via antena i per a visionar, però no per a cap tipus d'edició. En no separar els senyals d'àudio i vídeo, ofereixen poca qualitat.

Davant de la tendència actual d'aconseguir equips com més va més reduïts i compactes, és habitual que en els equips professionals també s'utilitzin connectors de mida reduïda.

3. El vídeo digital

Des de fa uns anys, tots els entorns de producció de vídeo han sofert una autèntica revolució. El pas del vídeo analògic al digital ha representat un canvi en aspectes tècnics, com més resolució, la millora en la reproducció del color, l'increment de la sensibilitat a la llum o qualsevol dels molts altres paràmetres d'una llarga llista d'elements. Però també un canvi molt important en la manera de treballar.

La generalització del vídeo digital es va produir inicialment de la mà del DV. Un equip compost d'una càmera mini-DV de pressupost assequible connectada a l'ordinador oferia la possibilitat d'editar vídeo. A la facilitat d'ús de les càmeres DV i la seva notable qualitat d'imatge s'uneixen les potencialitats que es deriven de l'edició digital.

A diferència dels casos en els quals la font d'origen és un vídeo analògic, el fet de treballar en format digital en origen elimina la necessitat de disposar d'una targeta digitalitzadora en l'ordinador. De fet, un simple port Firewire, USB o USB-2 permet la transferència de dades entre la càmera i l'equip informàtic.

Els equips de vídeo domèstic actuals ofereixen una qualitat suficient per a moltes aplicacions professionals que contenen vídeo. Avui dia, una empresa pot filmar un clip audiovisual per a la seva web amb unes prestacions suficients amb una càmera domèstica. Si les condicions de la filmació (la llum, per exemple) són suficients, la qualitat de la imatge resultant és perfectament utilitzable per a un vídeo que es publiqui en el Web. Una altra cosa és l'estil de la filmació, que pot diferir molt si s'afronta amb criteris professionals o no. Però pel que a la qualitat de les imatges, els equips domèstics actuals permeten solucionar necessitats que no fa gaire requerien equips professionals.

Així mateix, es pot dir que actualment, i com ha ocorregut sempre, els equips professionals de vídeo difereixen molt en qualitat dels equips domèstics. El cinema, la publicitat o la televisió continuen treballant, sens dubte, amb equips de gamma alta. Simplement, el que ha ocorregut és que el vídeo digital ha obert la porta a solucionar, mitjançant equips domèstics, algunes necessitats de vídeo per al Web o per a DVD que abans requeria inexorablement equips de més pressupost. La producció de vídeo per a aplicacions professionals mitjançant equips domèstics d'un cert nivell de prestacions té avui dia un ventall major de possibilitats que en el període anterior, el dels sistemes analògics.

L'edició digital recupera, en certa manera, l'esperit de l'edició cinematogràfica clàssica. Editar un vídeo analògic sobre cinta implicava no poder tallar i suprimir seqüències innecessàries, o no poder afegir nous plans a una cinta ja editada. No es podien tallar i suprimir o afegir seqüències com sí que era possible fer amb les cintes de cinema. Amb l'edició de vídeo digital torna a la possibilitat de l'edició no lineal.

L'edició lineal era pròpia del vídeo analògic i es contraposava a la clàssica del cinema. Mentre que en aquest es talla físicament el film, se suprimeixen fotogrames o se n'afegeixen lliurement, en l'edició analògica del vídeo aquest mateix procediment és impossible. Un dels grans canvis aportats per l'edició digital és la recuperació de la no linealitat. Treballar en format digital permet inserir, suprimir, aplicar efectes, sumar capes... I tot això sense perdre qualitat. En teoria, són possibles infinites generacions mitjançant l'exportació i la reimportació dels clips a un projecte.

La introducció de l'ordinador com a instrument d'edició de vídeo es va produir en els entorns professionals en els últims anys del segle passat, i es va generalitzar per al públic general en els primers d'aquest. Els processos d'edició digital s'han generalitzat i, si bé hi ha diferents possibilitats de programari per a dur-los a terme, es pot afirmar que formen un conjunt de procediments i tasques bastant uniforme.

En canvi, la publicació del vídeo es diversifica i enriqueix constantment de la mà de l'èxit de l'audiovisual en la web. Així, l'increment de la velocitat de transmissió i les prestacions de la xarxa l'afavoreixen clarament. L'ADSL, per posar un exemple, no únicament permet la generalització dels continguts de vídeo a la xarxa, sinó que en la seva evolució tecnològica obre la porta també a realitats com la televisió per Internet o l'IPTV, que competirà com més va més amb la TDT.

La compra d'una videocàmera digital està a l'abast de moltes butxaques. Abans de qualsevol compra o consell, és interessant estudiar les prestacions que s'ofereixen per a trobar l'equilibri necessari entre preu, prestacions i necessitats. Sense entrar en una descripció de les qualitats de càmeres i equips concrets, s'introduiran ara els conceptes bàsics en què es basa la tecnologia del vídeo digital.

3.1. El senyal de vídeo digital

El senyal analògic està constituït per un continu d'impulsos electromagnètics, una corba amb infinitat de valors intermedis entre dos punts. Les variacions electromagnètiques creen la imatge de vídeo. Aquest fet fa que el senyal de vídeo analògic sigui particularment sensible a paràsits i alteracions. El senyal digital, en canvi, és una representació en format numèric de la informació de

llum i color. Es tracta d'una sèrie de valors discrets. Com més mostres es prenen per unitat de temps, major és la fidelitat de la reproducció. I com més llarga és la cadena numèrica (profunditat de bit) que descriu cada mostra, també és millor la qualitat de la representació.

En el vídeo analògic, passar de la càmera a l'ordinador implicava una digitalització, i aquest pas comportava una pèrdua inevitable de qualitat. En el vídeo digital, quan es passa de la càmera a l'ordinador no es perd qualitat. La càmera ja grava la informació en forma numèrica, i passar d'un dispositiu a l'altre és un simple transvasament de dades.

La digitalització altera la cadena de treball. Resulta molt productiu gravar directament en digital, sense haver de fer transformacions *a posteriori* d'un material gravat en analògic, i dur a terme tot el procés d'edició de vídeo a l'ordinador. Simplement, han passat a la història coses com la quantitat d'hores que era necessari invertir per a dur a terme duplicats de material per a poder editar amb efectes de transició. La realització de la doble banda, que és la denominació que rebia el procés de duplicat de cintes, ja no és necessària perquè actualment els clips de vídeo d'un projecte es poden reutilitzar fins a l'infinit.

El principal problema que va dificultar l'evolució del vídeo digital durant un temps va ser la quantitat de dades necessàries per a representar de manera numèrica una imatge en moviment. Si bé durant un temps en la fotografia ja s'havia generalitzat el tractament digital, en el vídeo no era viable un mateix grau de tractament digital. Una fotografia podia ocupar uns quants MB i ser tractada sense problemes a l'ordinador, però una seqüència de vint-i-cinc imatges per segon ja era una altra cosa. I més si es tractava de treballar a pantalla completa.

La compressió de la imatge de vídeo és necessària per a treballar amb el vídeo digital. Sense això, els volums de dades farien inviàbles molts dels processos d'edició i publicació, o bé aquests requeririen uns equips amb altes prestacions només aptes per a feines de gamma alta.

La compressió consisteix en la utilització d'un conjunt de tècniques que permeti reduir el flux de dades d'un vídeo de la manera menys destructiva possible. Es tracta d'aconseguir el màxim de compressió amb el mínim de reducció de qualitat, o bé amb una reducció de qualitat que resulti acceptable per a un ús en concret.

Hi ha dues tècniques de compressió bàsiques:

1) La **compressió sense pèrdues**, que consisteix en un conjunt de tècniques que permeten comprimir informació sense que es produeixin pèrdues de qualitat importants una vegada es descomprimeix de nou el vídeo. Els nivells de compressió que s'aconsegueixen són reduïts, però per aquesta mateixa raó el clip tractat és apte per a l'edició.

2) La **compressió amb pèrdues**, que consisteix en un conjunt de tècniques que permeten uns nivells alts de compressió de la informació. Durant la reproducció es detecten les pèrdues del senyal i aquestes es reconstrueixen durant la descompressió. Amb aquests mètodes s'aconsegueixen uns graus de compressió alts, però el vídeo resultant no és òptim per a l'edició a causa de la destrucció de dades importants que té lloc.

Es tracta d'un procés que consisteix en la reducció de dades redundants, és a dir, de parts de la imatge que es repeteixen al llarg de diversos fotogrames. La compressió no acostuma a ser uniforme. Per exemple, una seqüència amb àmplies àrees de cel blau serà més comprimible que una altra amb imatges d'automòbils en moviment per una carretera. Les seqüències en les quals les variacions entre un fotograma i un altre són mínimes són més comprimibles que aquelles en les quals hi ha variacions importants.

Les tècniques de compressió es basen en dos paràmetres, que són la redundància i l'entropia.

- La **redundància** consisteix en parts de la informació del senyal de vídeo que, si bé són necessàries per a completar un missatge, no són estrictament necessàries per a la comprensió. Es tracta d'informació que es pot simplificar sense que la comprensió es vegi afectada.
- L'**entropia** és el concepte invers de l'anterior. Es tracta de la part d'una informació que és vital per a la comprensió del missatge.

En aplicar la compressió a la imatge en moviment cal considerar tres eixos, l'horitzontal, el vertical i el temporal. És possible trobar nivells de redundància en cada un. Així doncs, hi pot haver similitud d'informació en píxels pròxims entre si, en les línies que formen el fotograma i entre fotogrames consecutius.

Les tècniques que s'usen per a comprimir la imatge a partir de la similitud entre punts i línies propers utilitzen el que es coneix com a **compressió espacial**, també coneguda com a **compressió intracamp** o **intraquadre**.

La tècnica que ens permet la compressió d'imatges consecutives es denomina **compressió temporal**, també coneguda com a **compressió intercamp** o **interquadre**.

Així doncs, tenim les definicions següents:

- 1) **Intracamp**: és la compressió espacial que s'aplica entre elements d'un mateix camp o semiimatge.
- 2) **Intraquadre**: és la compressió espacial que s'aplica entre elements d'un mateix quadre o imatge.
- 3) **Intercamp**: és la compressió temporal que s'aplica entre camps propers.
- 4) **Interquadre**: és la compressió temporal que s'aplica entre quadres o imatges propers.

Les tècniques de compressió temporals es basen a codificar les diferències entre imatges properes. No es codifica tota la imatge, sinó únicament els canvis entre fotogrames. D'una seqüència d'imatges, la primera no es comprimeix temporalment. A partir d'aquí, només es codifica la diferència existent amb les imatges posteriors. De tant en tant és necessari conservar una imatge sencera en una seqüència per a mantenir la integritat de les dades.

Aquestes tècniques de compressió no són adequades per a l'enregistrament digital professional, ja que no ens permeten tenir precisió d'imatge en fer un muntatge. La compressió espacial conserva un mínim d'informació en tots els fotogrames, però la compressió temporal no.

El tipus de compressió que s'aplica a una seqüència varia en funció del seu contingut.

- La compressió **intracamp o intraquadre** és apropiada per a seqüències en les quals hi ha molt moviment o variabilitat dels elements. És l'ideal per als clips amb un ritme ràpid i trepidant.
- La compressió **intercamp o interquadre** és apta per a seqüències en les quals no variï el contingut de l'enquadrament i en les quals, per tant, les imatges siguin semblants i redundants. Amb aquest tipus s'aconsegueix un grau de compressió major.

Redundància i compressió

La redundància de dades (un cel blau estable en un paisatge sense moviment, per exemple) permet una compressió major que les escenes amb una gran variabilitat de dades (els colors variables d'automòbils en moviment). En aquesta relació entre redundància i compressió és possible veure una distinció clau per a diferenciar els dos tipus de compressions bàsiques que hi ha, l'espacial i la temporal.

Compressió espacial. Aquesta compressió té lloc en cada un dels fotogrames d'una seqüència de manera individual. Es busquen en tots les redundàncies internes d'informació i es comprimeixen. Tots els fotogrames d'una seqüència comprimida mitjançant una tècnica espacial contenen tota la informació necessària per a una descompressió i reconstrucció posteriors de la imatge original. Es tracta d'una compressió que permet una edició posterior molt fàcil.

Compressió temporal. Afecta grups de fotogrames. En una seqüència, el primer fotograma es comprimeix amb una tècnica similar a l'espacial, però els següents es comprimeixen amb referència al primer. Així, en conjunts de fotogrames s'elimina la informació que resulta redundant respecte del fotograma inicial. Els nivells de compressió que s'assoleixen són molt superiors als que s'aconsegueixen en el primer tipus, però no tots els fotogrames contenen ara informació suficient per a una reconstrucció individual posterior. Durant la visió, la reconstrucció de la imatge es fa a terme pel fet que el vídeo és en reproducció. En l'edició, l'ordinador ha de recalculer la informació perduda, amb la qual cosa el procés d'edició es fa més lent i tediós.

Cal assenyalar que en els nous equips de filmació (càmeres sobre suport òptic, sobre disc dur, d'alta definició, etc.), el vídeo es registra en una compressió de tipus temporal. L'edició posterior és possible, però les prestacions dels equips informàtics necessaris han de ser notablement superiors a les dels que es necessiten per a l'edició de vídeo DV, per exemple.

L'objectiu de la compressió de vídeo és la reducció de la quantitat de dades necessàries per a representar una informació sense que això redundi en una pèrdua de qualitat notable. Com més comprimit està un vídeo, més fàcilment es pot transmetre per mitjà del Web i menys espai ocupa en emmagatzemar-lo, encara que també resulta més difícil d'editar.

3.1.1. La taxa de bits (*bit rate*) o velocitat de transferència de dades

La taxa de bits és el paràmetre que quantifica la velocitat de transferència de dades. Es tracta del nombre de bits que es transmeten entre dispositius digitals per cada unitat de temps. La taxa de bits es mesura en bits per segon (bit/segon, b/s, bps) i representa sempre la quantitat d'informació que s'emmagatzema o es transmet per unitat de temps.

La velocitat de transferència de dades pot ser constant o variable.

- Una **taxa de bits constant** manté un flux de dades constant. No té en compte que un senyal pot presentar zones amb una redundància major o menor i, per tant, diferents possibilitats de compressió.
- Una **taxa de bits variable**, en canvi, aplica una quantificació no uniforme. En escenes de molt moviment incrementa el flux de dades i en aquelles en les quals hi ha poca variabilitat entre els fotogrames el redueix. Aquesta variabilitat permet una adaptació major de la compressió a les característiques de cada vídeo i permet més eficàcia en els resultats.

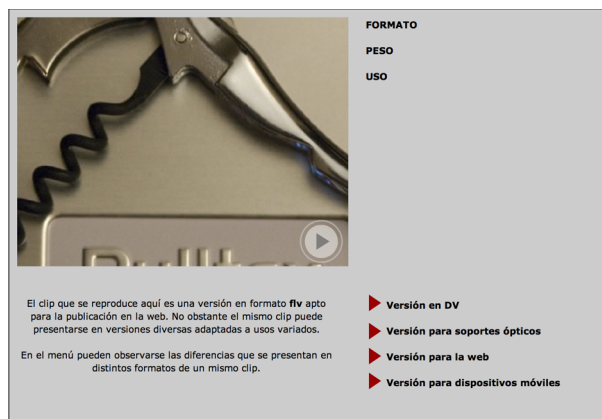
3.2. Usos del vídeo digital

Els usos del vídeo digital es relacionen amb la cadena de producció. Hi podem distingir tres fases i en cada una parlarem de formats de vídeo diferents, especialment en relació amb el factor crític de la compressió i la pèrdua de qualitat major o menor que implica.

És possible parlar de diversos usos del vídeo digital.

1) **Captura.** Podem filmar vídeo amb una càmera digital amb la intenció d'editar-lo posteriorment. En aquest cas treballarem amb formats de vídeo de poca compressió.

Però també és possible que capturem vídeo amb una compressió important en origen. És el que ocorre en filmar amb un telèfon mòbil i publicar tot seguit el vídeo en el Web. Es tractarà d'un vídeo molt comprimit, apte per al Web però poc apte per a l'edició.



2) **Edició.** Editarem bàsicament en l'ordinador amb un programa d'edició com Premiere, Final Cut, Avid, Vegas, Studio o Videospin. Treballarem a partir de material captat per la càmera i procurarem utilitzar formats amb poca compressió que permetin la qualitat màxima possible.

Una vegada hàgim editat el projecte, podrem exportar el clip resultant. Si guardem aquest clip conservant la qualitat original, el denominarem *màster*. Serà un clip que sempre podrem importar de nou a un projecte per a treballar-hi sense perdre qualitat.

També el podrem exportar a un format comprimit propi per a la publicació. Habitualment no serà un format òptim per a treballar-hi en nous projectes. Si necessitem utilitzar el clip en el futur per a l'edició, farem una exportació per a edició (*màster*) i una altra per a publicació.

També el podrem editar directament en un format comprimit i exportar-lo directament a un clip apte per a la publicació, però en aquest cas no tindrem la possibilitat d'exportar un *màster*.

3) **Publicació.** Una vegada hàgim fet un projecte d'edició de vídeo, passarem a exportar el clip resultant. Aquí tenim diverses opcions, que escollirem en funció de la relació entre el nivell de compressió i la qualitat de la imatge.

- **Màster.** Es tracta de l'opció que hem comentat abans, i consisteix a exportar un clip en la mateixa qualitat que la de treball. Implica poca compressió i, per tant, uns arxius amb un pes important. No considerarem aquest tipus d'exportació com a publicació. La destinació del clip exportat és una biblioteca de recursos per a edicions posteriors, i no la publicació.
- **Vídeo per a la distribució en suports òptics i teledifusió.** Agrupem en aquest apartat un primer tipus d'exportacions.

Les sortides per a teledifusió i suports, com el DVD o les consoles de videojocs, no plantegen cap problema pel fet de gestionar grans volums d'informació. En general, hi preval una considerable qualitat d'imatge i, si bé no és el mateix cas que l'anterior, tampoc aquí no es presenta un greu problema per l'elevat pes dels arxius. El material es grava en el suport òptic o es difon per mitjà dels sistemes de teledifusió. El fet que ocupi GB no té més importància si es disposa de l'espai suficient al disc òptic, o bé, en el cas de la televisió, si l'equip de recepció pot transportar el flux de dades necessari.

Suposem que treballem per a una televisió i que hem de lliurar un clip per a la **teledifusió**. En principi, si es tracta d'una emissió en **TDT**, el format necessari o adequat serà un **MPEG-2**.

També pot ser possible que la cadena emeti en alta definició. En aquest cas es podrà tractar de **MPEG-2** o **MPEG-4** en format d'alta **definició**.

És possible també que la cadena no emeti per TDT, sinó per mitjà de cablejat òptic o per ADSL. Es tractarà d'una cadena en **IPTV** (televisió per protocol IP). En aquest cas, el format necessari serà un **MPEG-4**

Un nou supòsit el constitueixen els **suports òptics** com el **DVD**. En aquest cas necessitarem un format **MPEG-2** com el de la TDT. Aquí estem parlant d'un DVD que es podrà visionar en un reproductor de DVD domèstic, i no d'utilitzar un suport de DVD per a gravar arxius que podrem visionar a l'ordinador.

Si el suport òptic és d'alta definició com el **Blu-Ray**, necessitarem treballar amb formats d'alta definició

- **Vídeo per al Web.** En la sortida de vídeo per a multimèdia incloem els destinats a la web o a dispositius mòbils. S'inclouen els clips per a la reproducció en un ordinador o un dispositiu mòbil. Habitualment es tractarà de vídeos que descarregarem o podrem descarregar del Web. Però també és possible que el passem d'un mòbil a l'altre, per exemple per Bluetooth. Si bé els casos seran diferents, podem suposar alguns exemples típics. Necessitem publicar un clip de vídeo en el Web. El podem adjuntar a un missatge de correu electrònic o bé el podem pujar a un portal com YouTube, Vimeo o BlipTV perquè es pugui reproduir en línia. Aquests dos casos exemplifiquen dos supòsits paradigmàtics, el del vídeo que s'ha de descarregar completament abans de visionar-lo (opció de

descàrrega) i el del vídeo que es pot començar a visualitzar mentre es va descarregant (opció **de visió en temps real**). També podem col·locar un clip per a visió en temps real a la nostra pròpia pàgina web. Els portals esmentats simplement simplifiquen el procés i en faciliten la compartició entre els usuaris.

En el vídeo per a dispositius mòbils, la importància del pes dels arxius és gran. L'ample de banda disponible pot resultar un taló d'Aquil·les que faci malbé una aplicació. Si els temps de descàrrega són excessivament alts, l'aplicació perd agilitat i és molt possible que l'usuari se'n cansi. Els nivells de compressió i la relació entre la reducció del pes i el manteniment de la qualitat són aquí factors clau. Tecnologies com MPEG-4 o Flash Video busquen optimitzar el binomi qualitat-pes.

També es pot recordar sobre això la importància de l'existència de dues tecnologies, tal com s'explica en el text. Una implica que l'arxiu s'ha de descarregar completament en local per a iniciar-ne la reproducció i és vàlida únicament per a arxius de poca durada i poc pes. Una altra es basa en la denominada tecnologia en temps real (*streaming*). En aquesta s'inicia la visió mentre encara van arribant les dades. No és necessària, per tant, la descàrrega prèvia i completa de l'arxiu. Moltes vegades, l'arxiu de vídeo es troba en el servidor i no és possible baixar-lo, sinó únicament visionar-lo

- **Vídeo per a dispositiu mòbil.** Creem un clip per a reproduir-lo en un dispositiu mòbil. Es pot tractar d'un telèfon, d'una videoconsola portàtil o d'una agenda electrònica. La forma de descàrrega pot ser variada. Podem baixar el clip des del Web, passar-lo per USB o Bluetooth d'un dispositiu a un altre o carregar-lo des de targetes de memòria. Aquí no ens preocupa la forma d'accés. El factor diferencial que s'ha de comentar és la necessitat d'una alta compressió del vídeo. Habitualment la qualitat es redueix, però aquí preval la ubiqüitat de la visió i la immediatesa de la publicació.

3.3. Formats de vídeo digital

Veurem ara alguns formats de vídeo digital analitzats en funció dels usos a què hàgim de destinar el clip amb el qual treballem.

Formats disponibles

Els formats de vídeo digital disponibles són diversos: DV, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, FLV, MOV, etc. Si bé la varietat és notable, en aquest moment interessa destacar un factor que apareix com un denominador comú del conjunt, i aquest és que, en mesura major o menor, tots els formats comprimeixen la informació.

Un format DV, per exemple, redueix poc la informació, mentre que un MPEG-4 arriba a cotes notables. El grau de compressió influeix en la facilitat de l'edició posterior, de manera que una compressió reduïda (el DV, per exemple) resulta més fàcil d'editar que una compressió elevada com L'MPEG-2.

3.3.1. Edició

1) **DV-PAL.** Treballem amb un format de poca compressió i un nivell de qualitat suficient per a editar. És un format que ens serveix també per a exportar un màster i desar-lo. Té una mida de fotograma de 720 × 576, 25 fps i una proporció de píxel lleugerament quadrada de D1/DV PAL (1,0940).

- Tenim l'opció de treballar a una proporció de **3:4** (per a televisors antics) o a **16:9** (nous aparells panoràmics).
- Podem trobar diversos formats de codificació en **DV-PAL**:
 - **Microsoft AVI**. Genera un arxiu **.avi**
 - **Quicktime**. Genera un arxiu **.mov**

2) **Windows Media**. Aquest format no és pròpiament d'edició, si bé algunes vegades pot resultar útil o fins i tot ser l'òptim. En l'aula l'utilitzarem en substitució del DV-PAL en algunes pràctiques. Pot resultar útil si l'arxiu es descarrega des del Web, perquè la major compressió del format respecte del DV-PAL fa que el pes de l'arxiu es redueixi considerablement. L'utilitzarem únicament com a element de pràctiques, però en un treball d'edició real usarem el DV-PAL sempre que sigui possible.

- Es tracta d'un format que permet diversos ajustos de vídeo. En edició l'utilitzarem a una mida de fotograma de 720×576 , 25 fps i amb l'ajust predeterminat de la qualitat major possible, tenint en compte la relació entre la qualitat i el pes de l'arxiu.
- Tornarem a trobar aquest format en l'apartat de publicació.

3.3.2. Publicació

- **MPEG-1**. Es tracta d'un format utilitzat en el Web i en CD-ROM. També el reproduïen alguns reproductors de DVD domèstics com a format **VideoCD**. Té una mida de fotograma de 352×288 , 25 fps en PAL i una proporció de píxel quadrat.
- **MPEG-2**. És el format propi de la TDT i del DVD. S'utilitza també com a format d'alta definició. Podem distingir diverses configuracions.
 - **PAL-DV** amb mides de 720×576 i 25 fps. Hi ha també opcions similars per a NTSC.
 - **HDTV** amb mides de 1920×1080 i 25 fps per al Full HD i també per a mides d'alta definició a una resolució menor. Hi ha també opcions similars per a NTSC.
- **H-264**. Format adequat per a diverses configuracions. Trobem configuracions per a dispositius mòbils (3GGP, iPod, SPS), per al Web (YouTube, MySpace), per a PAL (720×576 a 25 fps) o per a HDTV (1920×1080 a 25 fps).
- **Flash Video (flv/f4v)**. Format que disposa també de configuracions múltiples. Trobem des de configuracions per al Web fins a configuracions PAL o configuracions en alta definició.

3.4. Tecnologies de vídeo en el Web

La sortida de vídeo per al Web implica prendre en consideració dos temes:

- En primer lloc, la necessitat de sincronització, gestió i reproducció dels clips, i també la necessària integració amb la resta dels continguts multimèdia presents en una pàgina.
- En segon lloc, la necessitat de conversió dels clips a arxius prou petits per a poder reproduir-se amb fluïdesa i emmagatzemar-se amb unes necessitats d'espai de disc raonables.

Per a donar resposta a aquestes necessitats, es disposava inicialment de tres tipus de tecnologies multimèdia: Quicktime, Windows Media i Real Video. Cada una disposa de diversos còdecs que cal tenir instal·lats a l'ordinador per a visualitzar els arxius. Els còdecs permeten la compressió i la descompressió del vídeo.

Publicar i distribuir vídeo per mitjà d'Internet origina una sèrie de problemes específics. El primer es deriva del gran volum de dades que s'ha de transportar, la qual cosa exigeix l'ús d'un important ample de banda. En aquest sentit, la caiguda progressiva dels preus de la banda ampla i la millora de les seves prestacions facilita l'ús de vídeo a la xarxa.

El segon problema es relaciona amb la gran complexitat que implica la publicació de vídeo mitjançant la xarxa. Les diferents tecnologies que s'han apuntat impliquen una sèrie de requeriments propis i exigeixen que l'usuari configurei el seu equip perquè funcioni correctament; per a això s'han d'instal·lar els connectors necessaris per visualitzar tots els tipus de vídeo.

Instal·lar els connectors permet disposar d'un ampli ventall de còdecs i, per tant, de la capacitat de reproduir vídeos que s'han comprimit amb aquests. No obstant això, és important indicar que precisament aquest ampli ventall de possibilitats representa també una feble garantia de visualització. Si l'usuari no disposa del còdec amb què s'ha comprimit un vídeo, no el podrà visualitzar. L'haurà de buscar, habitualment en el Web, baixar-lo i instal·lar-lo. De vegades el procés no és simple, i en alguns casos, com el de Real, l'usuari ha d'emplenar dades per a poder accedir-hi.

A les tres tecnologies clàssiques se n'ha afegit una quarta que presenta unes innovacions importants. Queda potser en discussió si es tracta d'una tecnologia independent, com planteja la casa d'origen, o si cal situar-la en l'òrbita de la tecnologia Quicktime. Es tracta de l'opció d'integrar el vídeo en aplicacions Flash.

L'opció de Flash Video disposa d'un **connector** propi que, a diferència dels anteriors, pesa molt poc, únicament uns 400 KB. No es tracta d'un connector específic per a visualitzar vídeo, sinó del connector propi de Flash, que en aquests moments té gairebé la categoria d'universal. Si bé no és natiu, en Windows es troba en un percentatge proper al cent per cent dels ordinadors. Utilitza còdecs propis que permeten l'ús de vídeo com a element importat dins de l'aplicació o controlat des d'aquesta com a mitjà extern. Es basa en una tecnologia similar en alguns punts a L'MPEG-4 i utilitza un format propi (flv/f4v) per als clips externs.

Més enllà de la discussió de si el vídeo Flash constitueix una quarta tecnologia o, simplement, una evolució dins de Quicktime, l'anàlisi de les innovacions que es deriven de la integració de vídeo en Flash obre la porta a usos i funcionalitats nous. Tradicionalment, el vídeo en el Web s'ha caracteritzat per una interactivitat molt escassa que es limitava a la reproducció i a la visió. Les primeres experiències de vídeo a la xarxa han tendit a l'estatisme i a simular una televisió de baixa qualitat; es limiten a un rectangle amb contingut que es reproduïx en una part parcial i reduïda de la pantalla de l'ordinador i amb freqüència en forma d'una finestra flotant que es desplega; és una imatge petita, amb poca informació i una qualitat ínfima que no aporta una experiència especialment positiva.

L'objectiu envers el qual tendeix actualment el vídeo a la xarxa és la creació d'experiències immersives i atractives que fusionin el vídeo amb la resta dels components multimèdia.

En aquest sentit, l'experiència d'usar vídeo Flash resulta molt interessant, ja que, a part de simplificar els processos en les qüestions relacionades amb el connector, tracta el vídeo com qualsevol altre objecte. D'aquesta manera, no solament és possible controlar les imatges internes d'un vídeo visualitzat amb el Flash Player, sinó que també es pot mantenir un nivell d'interactivitat alt amb les imatges esmentades mitjançant l'ancoratge d'objectes amb capacitat interactiva niats dins del clip pare que fa de contenidor de l'objecte de vídeo.

Cal preveure molts canvis en l'ús i en els formats del vídeo. A més de la integració de clips en pàgines web que s'ha apuntat, actualment es pot afirmar també que l'intercanvi de fitxers de vídeo és un dels causants principals del gran augment de la quantitat de tràfic en la Xarxa. Molts d'aquests clips tenen una estructura de format ràpid i àgil, s'originen en la publicitat i són el referent d'un dels usos actuals del vídeo en el Web.

Des de sempre, els formats audiovisuals han tingut com a condicionants les característiques dels canals mitjançant els quals es transmetien. Així, l'hora i mitja de durada de les pel·lícules estava delimitada, en gran part, pels condicionants tècnics que exigien la difusió en bobines. També alguns formats televisius de curta durada enllacen amb les necessitats de mantenir cotes d'audiència

i de donar cabuda en la seva estructura a talls publicitaris. Quins formats audiovisuals prevaldran en el nou mitjà de mitjans? Amb tota certesa, formats nous.

La xarxa no és un mer canal d'informació, sinó també un canal de publicació.

Sense anar més lluny, els curtmetratges i els films que sorgeixen d'iniciatives sense alts pressupostos troben a la xarxa un mitjà hàbil per arribar als espectadors. La publicació en formats com el DIV-X o el WMV permet una distribució de clips que, posteriorment, poden es reproduir al televisor.

4. Dispositius de captura

En parlar de dispositius de captura de vídeo digital es fa patent el gran canvi que s'ha produït en aquest terreny en un període de temps molt curt. Abans de l'eclosió de la tecnologia digital, un dispositiu de captura de vídeo s'associava inexorablement a una càmera. Des d'un format i una qualitat domèstics fins als models amb altes prestacions propis de l'entorn professional, tota la gamma disponible es basava en una combinació d'un grup òptic, un sensor d'imatge i una cinta per al registre del vídeo. En tot cas, en entorns de treball com la televisió, les càmeres d'estudi mancaven de cinta i estaven connectades en xarxa a la unitat de control.

Avui dia, els dispositius per a la captura de vídeo s'han multiplicat. La irrupció de la tecnologia digital ha canviat el panorama i les opcions s'han diversificat enormement. Vegem una relació simplificada dels possibles dispositius de captura.

A hores d'ara, parlar dels models analògics és una pràctica pràcticament arqueològica. Per tant, únicament anomenarem alguns models ordenats de menys qualitat a més. Així, entre les càmeres de vídeo analògic teníem models en els formats següents:

- Betamax
- VHS
- 8
- U-MATIC
- S-VHS
- Hi-8
- Betacam

En els temps del vídeo analògic, l'única font de captura de la imatge era una càmera de vídeo. En l'era digital cal afegir a la càmera de vídeo altres dispositius com el telèfon mòbil, l'agenda electrònica, la càmera web i la càmera de fotos, per posar alguns exemples. En general es tracta de dispositius que ofereixen una qualitat menor que la càmera de vídeo, però no sempre. Un vídeo capturat amb una càmera fotogràfica compacta tindrà probablement menys qualitat que el captat amb una de vídeo. No obstant això, el vídeo en alta definició que ofereixen les càmeres rèflex digitals no solament iguala, sinó que amb facilitat supera l'obtingut amb càmeres de vídeo en alta definició.

Centrant-nos ara en una classificació de les càmeres domèstiques de vídeo digital, les dividirem en **SD** i **HD**.

- **SD**, o *standard definition*, identifica les càmeres que graven vídeo en definicions estàndards com PAL, SECAM o NTSC.
- **HD**, o *high definition*, fa referència als sistemes d'alta definició.

4.1. Càmeres de vídeo SD

Les càmeres de vídeo de definició estàndard es divideixen en quatre subgrups, que són les càmeres que utilitzen com a suport la cinta, el disc òptic, el disc dur o la targeta de memòria.

1) **Càmeres amb cinta.** Les càmeres **Digital8**, **miniDV**, **DV**, **DVD-PRO** o **DV-CAM** comprenen les càmeres digitals de resolució estàndard basades en cinta. Presenten una resolució de 720 × 576 en el cas del format PAL. Els models professionals (**DV**, **DVD-PRO** o **DV-CAM**) són de tres sensors i els domèstics d'un.

El format **Digital8** és un intent de Sony de compatibilitzar informacions de vídeo analògiques (8, Hi-8) i informacions digitals (Digital8) en un mateix tipus de suport de cinta. En certa manera, el Digital8 és una seqüela de la diversitat de formats analògics disponibles en el passat i la seva particular guerra comercial. La cinta Digital8 pot gravar fins a noranta minuts de vídeo en format digital i resulta incompatible amb qualsevol altre format, amb l'excepció dels analògics 8 i Hi-8.

A diferència del Digital8, que és poc freqüent, el format **miniDV** es troba àmpliament difós. És comú en un ampli ventall de marques i té més possibilitats de futur, en part perquè les càmeres d'alta definició graven també en cintes miniDV. Una càmera de miniDV de resolució estàndard no pot llegir cintes gravades en alta definició, però una càmera d'alta definició que usi cintes miniDV sí que pot llegir les que s'hagin gravat en SD.

Respecte a la qualitat dels formats analògics de qualitat mitjana (VHS, S-VHS i Hi-8), el format miniDV ofereix unes prestacions de qualitat d'imatge clarament millorades. Així, treballa entorn de 530 línies de resolució horitzontal i presenta més definició de color. Les càmeres incorporen mètodes de correcció, com l'estabilitzador d'imatge, que permeten captar a pols amb més nitidesa i eviten tremolors i vibracions. També en el terreny de l'àudio presenten resolucions de so de 48 KHz i 16 bits.

El format DV es pot registrar tant en cintes miniDV (sobretot en equips més domèstics) com en cintes DV de més mida (més pròpies d'equips de prestacions més professionals). Malgrat la diferent mida física, el format d'enregistrament és idèntic. El DV constitueix la primera norma de vídeo digital adoptada per la totalitat de la indústria. Aquest fet permet que el material es pugui compartir entre una àmplia diversitat de dispositius i que el seu ús en mitjans informàtics es vegi àmpliament facilitat. Una cinta miniDV pot gravar seixanta minuts en mode SP (*standard play*) o fins a noranta minuts en mode LP (*long play*).

2) Càmeres amb suport òptic. DVD-Cam. Alguns models de càmeres utilitzen com a suport d'enregistrament un disc òptic de vuit centímetres de diàmetre. Aquesta dimensió reduïda en permet l'ús en càmeres de vídeo.

Aquest tipus de càmeres, com totes, té avantatges i inconvenients.

- **Avantatges de les DVD-Cam**

L'usuari es despreocupa de localitzar el punt en el qual ha d'iniciar un enregistrament, a diferència del que ocorre en els models de cinta. En els models amb suport òptic, en iniciar l'enregistrament la càmera busca automàticament una secció en blanc del disc. No hi ha el perill, per tant, de sobreesciure imatges ja filmades. En cada una de les preses es crea una icona identificativa que serveix posteriorment per a localitzar les escenes. A part de visionar-les, també és possible esborrar-les o tallar-les.

Un altre avantatge d'aquest sistema és que permet visionar de manera immediata les imatges en DVD, sense necessitat d'edició ni de bolc en altres suports. Només és necessari dur a terme l'operació d'acabament del disc des de la mateixa càmera perquè sigui visible en qualsevol reproductor. Un dels actius més publicitats per les cases comercials per a aquestes càmeres és la facilitat d'ús i la senzillesa. La reproducció immediata possibilita, per exemple, que en un viatge sigui possible compartir les imatges del dia amb els companys.

- **Desavantatges de la DVD-Cam**

La principal és la dificultat o la falta d'immediatesa de l'edició posterior. Aquestes càmeres graven la informació de vídeo en MPEG-2. En tractar-se d'un format comprimit, el procés d'edició requereix la reconstrucció del material que s'ha suprimit durant la compressió de la informació original. Els programes actuals de programari duen a terme l'operació mitjançant un processament que exigeix importants requeriments de velocitat i memòria de l'equip informàtic.

Una altra dificultat afegida es troba en el fet que, en finalitzar el disc per a permetre visionar-lo en un reproductor de DVD, es crea l'estructura típica d'aquests, que consisteix bàsicament en arxius VOB. Si bé es tracta d'informació en MPEG-2, els programes d'edició poden no reconèixer l'extensió i llavors és necessari canviar el nom de l'arxiu. No obstant això, continua havent-hi la via tradicional de passar la informació de la càmera a l'ordinador mitjançant una connexió Firewire o USB-2.

3) Càmeres amb targeta de memòria. En aquests models, l'enregistrament de les imatges es du a terme en una targeta de memòria. Habitualment, el format d'enregistrament és MPEG-4. Entre els seus avantatges principals es troba la reducció de la mida de la càmera. Entre els inconvenients podem esmentar les dificultats per a un processament posterior de les imatges. En treballar amb

formats de vídeo molt comprimits, i per tant amb grans pèrdues d'informació, les possibilitats d'edició es troben més limitades que en altres formats de compressió menor.

4) Càmeres amb disc dur (HD-CAM). Les càmeres amb disc dur són models habitualment compactes en el mercat domèstic que presenten altes prestacions i utilitzen discos durs interns de gran capacitat. Prescindeixen de la necessitat de cintes miniDV o de discos miniDVD. En els models de gamma alta es va incorporant també amb més freqüència el suport en disc dur.

Les HD-CAM són models que permeten gravar durant grans quantitats de temps, sempre en funció de la capacitat del disc dur intern de què disposin. Els models de 20 GB, per exemple, permeten gravar unes 25 hores.

Una característica d'aquests tipus de càmeres és que deixen decidir prèviament la relació entre la qualitat i la compressió a la qual es gravarà cada seqüència.

Un avantatge d'aquestes càmeres és que s'hi pot prescindir de qualsevol tipus de suport addicional; no són necessaris ni cintes, ni miniDVD, ni targetes de memòria per a registrar vídeo amb aquestes càmeres. Es tracta d'un estalvi pressupostari evident, ja que, encara que les cintes han baixat molt de preu, quan es treballa en aquest suport sempre se n'acaba acumulant un bon nombre. A part de l'estalvi, el fet de treballar directament en disc dur permet rendibilitzar millor els fluxos de treball. En aquest sentit, l'accés directe a les escenes representa un gran benefici, com també ho és el fet que les preses quedin individualitzades com a clips independents en el disc dur. Això en facilita la recerca posterior sense necessitat de rebobinar o avançar en passar-los a DVD.

Si es treballa en rodatges de camp, és necessari disposar de discos durs suplementaris per a poder fer el bolc del material rodat quan el suport de la càmera s'ompli.

Es tracta de càmeres lleugeres que permeten un ús molt intuïtiu i gens problemàtic. Des de la càmera és possible esborrar les escenes no desitjades, amb la qual cosa es fomenta una gestió eficient de l'espai del disc dur. Igual que en els models DVD-CAM apuntats anteriorment, no hi ha el perill de sobre-escriure i esborrar imatges anteriors, ja que qualsevol enregistrament s'inicia automàticament a partir de l'espai lliure del disc.

Aquestes càmeres van ser introduïdes per JVC amb el model Everio G i estan guanyant ràpidament la confiança dels usuaris, i a més permeten la possibilitat de visualització al televisor i a l'ordinador. Posteriorment, empreses com Panasonic o Sony van apostar també per aquest format de videocàmera i van presentar models amb sensors electrònics d'1/3 de polzada i resolucions importants.

4.2. Càmeres de vídeo en HD o HDV

L'HD i l'HDV són formats de vídeo en alta definició. L'HD té una resolució superior i es relaciona més amb els usos professionals.

Les especificacions del format són obertes i, per tant, accessibles a qualsevol empresa que vulgui desenvolupar productes basats en aquestes. Utilitza les mateixes cintes que el format DV (tipus de carcassa, velocitat de la cinta, amplada de la pista) i la interfície Firewire per a la connexió i la transferència de dades a l'ordinador.

Un dels grans avantatges que ofereix l'estandardització d'aquest format és la reducció dels preus. A partir de l'èxit comercial que comporta un ús massiu, té lloc una disminució constant dels pressupostos necessaris. D'altra banda, la compatibilitat de tot el flux de treball, des de la captura fins a la publicació passant per l'edició, resulta molt important perquè permet l'ús de qualsevol dispositiu que compleixi l'estàndard.

El fet que es tracti d'un format estàndard no implica que sigui l'únic. Mentre que aquí s'aconsegueixen taxes de transferència de 25 MB/s, els sistemes de vídeo digital de més qualitat es mouen entorn dels 100 MB. També, mentre que aquí el còdec de compressió és MPEG-2, en altres sistemes es treballa amb còdecs propis com el DVCPRO-HD o HDCAM.

Sense entrar aquí en aquests altres sistemes de més qualitat i prestacions, es pot dir que els models de càmeres HDV existents ofereixen una gamma de prestacions similar a les de les DV. Així, es troben models d'un sensor electrònic i altres de tres sensors, moltes vegades de tecnologia CMOS.

4.2.1. Formats de vídeo d'alta definició

Els formats de vídeo d'alta definició ofereixen més resolució que els de vídeo estàndard que s'han utilitzat fins ara. El seu major nombre de píxels ha permès quadruplicar-ne fàcilment la resolució, ja que s'ha passat dels 450.000 píxels en els sistemes anteriors als 2.000.000.

Es distingeixen bàsicament tres sistemes de resolució, els de 1080p, els de 1080i i els de 720p.

1) **1080p**. Amb una resolució de 1.920×1.080 , arriba als 2,07 milions de píxels. Presenta un format d'imatge amb proporcions de 16:9 i permet escollir entre un mode cinema a 24 fps o un mode de vídeo PAL a 25 fps, tots dos amb escaneig progressiu. Així doncs, el fotograma no es construeix amb el clàssic sistema de l'entrellaçat televisiu, per la qual cosa la seva aparença és similar al cinema.

HDV

Les sigles HDV identifiquen el vídeo digital d'alta definició. El format, que havia estat definit l'any anterior per un grup d'empreses, entre les quals es trobaven Canon, JVC, Sharp i Sony, es va presentar a la fira NAB 2004.

2) **1080i**. Presenta la mateixa resolució, però en mode entrelaçat, és a dir, partint del clàssic sistema de construcció de la imatge en televisió.

3) **720p**. En aquesta opció, la mida del fotograma és de 1.280×720 píxels i s'aconsegueix una resolució pròxima al milió de píxels. La proporcionalitat de la pantalla és també de 16:9. El fotograma es construeix en forma d'escaneig progressiu, a 50 quadres per segon en PAL i a 60 quadres per segon en NTSC.

4.2.2. L'HDV en l'edició i la distribució

En utilitzar compressió MPEG-2 o MPEG-4, els requeriments de l'equip informàtic per a l'edició en alta definició són elevats. Durant el procés cal processar la informació original que s'ha perdut amb la compressió del format.

El vídeo d'alta definició aproxima la televisió al cinema pel que fa a l'impacte sobre l'espectador i a la creació de noves sensacions. En aquest punt, les pantalles de gran format, els projectors d'alta definició i els sistemes de so envoltant exerceixen també una funció clau en l'esmentada espectacularitat.

Els programes de televisió en alta definició es poden convertir en un format estàndard sense problemes i oferir un nivell de qualitat superior al que haguessin tingut en cas d'haver-se fet amb una resolució més baixa en origen.

