

*Immagini più realistiche in Tv e al cinema: le nuove soluzioni studiate per incrementare sensibilmente la luminosità, il contrasto e la ricchezza cromatica. E sono in arrivo.*

► Di Nicola Martello

# HDR

## UN FUTURO LUMINOSO





**Nel corso della loro evoluzione, il cinema e la Tv hanno sempre migliorato la qualità delle immagini mostrate, per rendere via via più convincente l'illusione, per gli spettatori, di trovarsi davanti a una scena reale, non a uno schermo piatto su cui sono proiettate o generate le inquadrature. Proprio a questo scopo sono serviti l'introduzione del colore, l'incremento di risoluzione, l'aumento della cadenza dei fotogrammi, la stereoscopia. Quello che è sempre mancato, però, è una resa realistica dei diversi livelli di luminosità come noi li percepiamo quando guardiamo l'ambiente che ci circonda, da una notte illuminata solo dalle stelle a un mezzogiorno con un sole infuocato allo zenit.**

Poiché queste situazioni ci sono familiari fin dalla nascita, ci viene naturale trovare veritiere variazioni di luminosità così elevate, mentre, al contrario, ciò che vediamo sullo schermo di una Tv o di una sala cinematografica non ci appare mai come veramente realistico, a causa della luminosità e del contrasto troppo limitati. Che i nostri occhi siano attirati da scene molto luminose e contrastate non è una novità: i venditori lo sanno bene e per questo espongono le Tv accese in modalità Dinamica. A confronto, le scene generate con i preset Standard, Naturale, sRgb e simili appaiono miseramente smorte e slavate (sebbene siano molto più corrette come bilanciamento cromatico). Con la tecnologia Hdr (*High Dynamic Range*) si cerca proprio di ridurre la differenza

tra le immagini riprodotte e la realtà per quanto riguarda la luminosità e il contrasto, grazie a un netto aumento di questi due fattori. Da notare che non è un caso che l'Hdr sia giunto alla ribalta proprio ora: solo i recenti progressi tecnologici dei led e dei laser permettono di ottenere luminosità elevate, inoltre l'Hdr è considerato come un potente rinforzo all'Ultra Hd, che finora non ha avuto il successo sperato. Questo perché non solo mancano i contenuti ma è anche fisicamente impossibile vedere il guadagno in risoluzione se si sta a due

pollici. Solo chi appartiene alla ristrettissima cerchia di persone con un'acuità visiva di 20/10 potrebbe apprezzare l'Ultra Hd in queste condizioni. Chi invece deve accontentarsi di una vista normale (10/10) dovrebbe disporre di un televisore da 100 pollici o stare a un solo metro di distanza.

**Intendiamoci, l'Hdr è totalmente indipendente dalla risoluzione** e funziona benissimo anche con il Full Hd, ma quest'ultimo standard è ormai considerato vecchio, obsoleto. Per tutti il futuro è l'Ultra Hd/4K e non si torna indietro, con buona pace dei detrattori di questa risoluzione. L'Hdr, quindi, permette di produrre immagini molto luminose e contrastate, belle a vedersi anche con Tv piccole, a prescindere dalla distanza di visione.



“

*La tecnologia Hdr permette di ridurre la differenza visiva tra le immagini riprodotte e la realtà che ci circonda.*

# HDR, RICREARE LA REALTÀ

Come abbiamo detto, lo scopo dell'Hdr è di avvicinare l'aspetto delle scene visualizzate a quello che vediamo intorno a noi nella realtà, come un panorama in una giornata soleggiata o in una notte con le stelle. Nel primo caso la luce fornita dal sole a mezzogiorno è pari a circa 1,6 miliardi di candele al metro quadro (**cd/m<sup>2</sup> o nit**), mentre la luminosità (più correttamente *luminanza*) fornita da una volta stellata senza luna né nubi precipita a 0,0001 cd/m<sup>2</sup>.

Senza arrivare a questi estremi, persino il riflesso del sole sulla carrozzeria lucida di un'automobile è centinaia di volte più intenso della luce diffusa dal metallo verniciato. Il nostro occhio riesce a vedere in tutte queste situazioni grazie alla sua adattabilità dovuta a due meccanismi diversi. Il primo è la variazione del diametro della pupilla dovuto al restringersi e all'allargarsi dell'iride (più stretta quando c'è molta luce, più larga quando ce n'è poca). Il secondo è il passaggio della visione tra il regime *fotopico* (sono attivi solo i coni, che lavorano con molta luce e che distinguono i colori) e quello *scotopico* (lavorano solo i bastoncelli, monocromatici ma sensibili anche a poca luce).

La variazione di dimensione dell'iride richiede una frazione di secondo, mentre il cambio di regime di visione necessita di diversi secondi (ecco perché dobbiamo aspettare un po' di tempo prima di vedere bene in una stanza semibuia dopo essere stati all'aperto sotto la luce del sole). L'occhio vanta un rapporto di contrasto dinamico di ben 1.000.000:1, che però in un dato istante si riduce a 10.000:1 (rapporto di contrasto statico). Quest'ultimo valore è comunque nettamente più grande di quelli tipici dei sistemi di visualizzazione odierni. Una moderna Tv Lcd ha un contrasto statico reale di

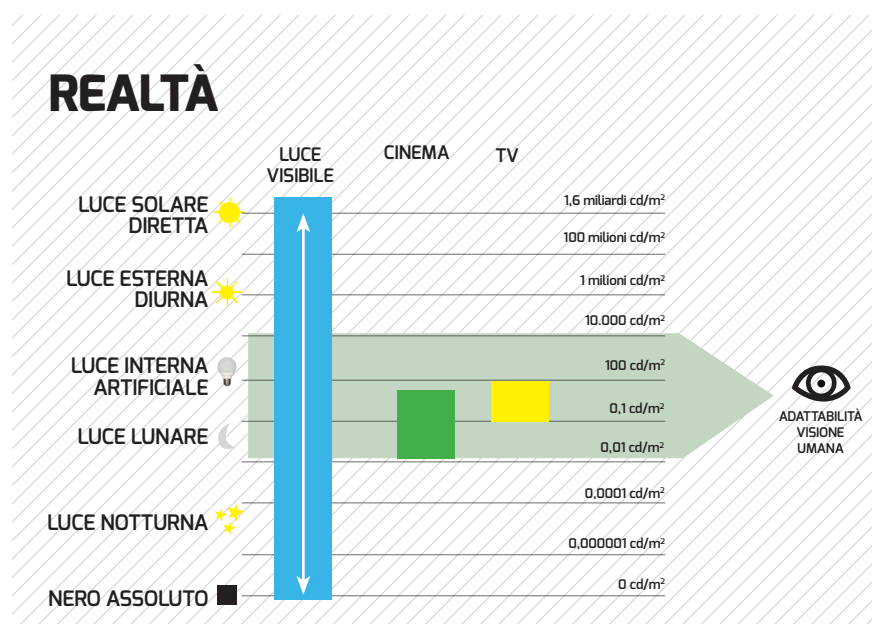
circa 1.000:1 mentre un buon proiettore cinematografico può arrivare a 3.000:1. In realtà quest'ultimo valore scende a circa 2.000:1 o anche a 1.000:1 nella sala di un cinema a causa delle luci di segnalazione delle uscite di sicurezza, dei gradini e dei passaggi tra le poltrone, luci che devono rimanere sempre accese.

Per quanto riguarda la luminanza, se, come abbiamo visto, in una giornata di sole si supera il miliardo di cd/m<sup>2</sup>, molto minore è la luce emessa da una Tv Lcd o riflessa da uno schermo cinematografico. In quest'ultimo caso il valore ideale stabilito da Smpte

(Society of Motion Picture & Television Engineers) è di appena 48 cd/m<sup>2</sup> (al centro dello schermo, ai bordi può anche essere inferiore), mentre per una Tv Lcd la luminanza di riferimento è di 100 cd/m<sup>2</sup>. In realtà i pannelli a

## → NIT E CD/M2

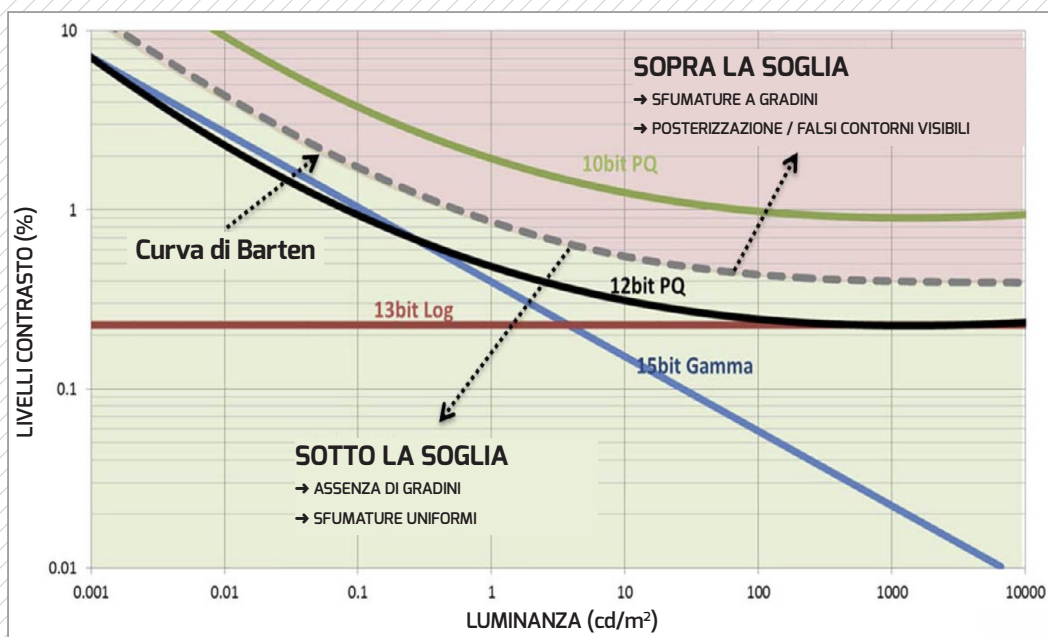
Nei paesi anglosassoni spesso la luminanza non è misurata in candele al metro quadro (cd/m<sup>2</sup>) ma in nit (1 nit = 1 cd/m<sup>2</sup>). Nel Sistema Internazionale (SI) il nit è un'unità di misura disapprovata in favore di cd/m<sup>2</sup>, quindi in queste pagine seguiamo le indicazioni del SI.



## GAMMA DINAMICA E CONTRASTO A CONFRONTO

	STOP / EV	CONTRASTO
Pannello Lcd	9,5	700:1 - 1.000:1
Proiettore cinematografico digitale	10,5	1.000:1 - 3.000:1
Pellicola negativa (Kodak Vision 3)	13	8.000:1
Occhio	10 - 14	1.000:1 - 15.000:1
Reflex (Nikon D810)	14,8	28.500:1

## LA QUANTIZZAZIONE IDEALE DEL COLORE



Poiché la capacità del nostro occhio di distinguere i colori simili varia in funzione della quantità di luce (curva di Barten), è bene adottare un algoritmo di digitalizzazione del colore che tenga conto di questa variazione. L'algoritmo PQ (Perceptual Quantizer) è ottimo perché non comporta spreco di bit né alle basse luci né alle alte luci.

cristalli liquidi attuali sono capaci di emettere luce fino a 450 – 500 cd/m², ma sono in genere limitati a 100 cd/m² per rispettare le impostazioni dei monitor professionali utilizzati in fase di montaggio dei film e dei programmi televisivi.

Quest'ultimo valore, a sua volta, deriva dalla luminanza massima che i vecchi schermi a tubo catodico (Crt) erano in grado di produrre. I vari preset Standard, sRgb, Thx e Isf, in effetti, smorzano di molto la luminanza nativa della Tv, così la resa cromatica è vicina ai monitor da studio usati come riferimento. In definitiva, il problema sta proprio qui: i film e i programmi televisivi di oggi sono vincolati come colori – ma soprattutto come luminosità e contrasto – ai limiti tecnologici delle apparecchiature che risalgono agli anni cinquanta del secolo scorso.

Per liberarsi di questi vincoli alcune società hanno proposto di applicare il principio dell'Hdr sia al cinema sia alla televisione, per offrire agli spettatori immagini che come luminosità, ricchezza cromatica e contrasto siano più vicine alla realtà.

### COME FUNZIONA L'HDR

Si tratta di una funzione implementata su molte fotocamere e smartphone, già da qualche generazione: l'Hdr è una tecnica che permette di ottenere immagini ad alta dinamica, in cui anche le zone più scure e più chiare conservano i dettagli invece di essere bruciate come capiterebbe con una comune foto. In campo fotografico il sistema si basa sull'unione di più scatti eseguiti con medesimi diaframma e inquadratura mentre il tempo di esposizione varia da una foto all'altra. Si ottiene così una serie di immagini

(due, tre, cinque o anche più) in cui l'esposizione varia gradualmente, da sottoesposta a sovraesposta.

Un algoritmo analizza i pixel corrispondenti in ciascuno scatto e genera quindi l'immagine finale in cui ogni area è correttamente esposta, con un contrasto complessivo molto elevato. Questa foto, per essere vista con un display, un proiettore o per essere stampata deve subire un ulteriore processo chiamato *tone mapping*.

Il tone mapping riduce il contrasto globale ma preserva quello locale,

così le aree molto chiare e molto scure conservano la visibilità dei dettagli e non appaiono bruciate quando la foto è salvata come Jpeg o stampata. Da notare che il processo di tone mapping si presta bene anche a elaborazioni cromatiche più o meno esasperate, per esaltare i colori e i bordi. Quando si esagera con l'elaborazione, intorno agli oggetti inclusi nell'inquadratura appaiono aloni molto evidenti e artificiosi.

Anche in campo video sarebbe in teoria applicabile una tecnica simile, il problema è che la scena inquadrata cambierebbe continuamente da un frame all'altro, rendendo impossibile una semplice sovrapposizione delle immagini con esposizione diversa. Panasonic ha risolto questo problema nei suoi camcorder Hdr Ultra Hd e Full Hd, grazie a una tecnica che descriviamo in dettaglio nel box dedicato. L'implementazione integrale dell'Hdr non richiede il tone mapping dato che il sistema di visualizzazione è in grado di mostrare le immagini in tutta la loro dinamica, in altre parole con luminosità e contrasto molto elevati. Ma questo non basta: proprio a causa della dinamica molto più ampia del normale, è necessario aumentare anche la profondità di codifica del colore,

### Tecnologia vintage

I film e i programmi Tv di oggi sono vincolati ai limiti tecnologici della metà del secolo scorso



da 8 bit a 10 o ancora meglio a 12 bit per tinta primaria. Questo perché altrimenti sarebbero visibili bande e solarizzazioni in corrispondenza delle zone lievemente sfumate.

## IL DOLBY VISION E LE ALTERNATIVE

Diverse aziende come Dolby, Technicolor e Bbc stanno studiando l'applicazione dell'Hdr alla Tv e al cinema, naturalmente ciascuna con metodi diversi, purtroppo reciprocamente incompatibili. Di queste, Dolby è quella che sembra più avanti nella definizione di un intero sistema Hdr, chiamato *Dolby Vision* e che copre tutte le fasi del flusso di lavoro tipico di una produzione cinematografica o televisiva: dalla ripresa alla riproduzione, passando per la regolazione dei colori (*color grading*), il montaggio, la codifica finale e la distribuzione. In effetti è da tempo che Dolby sostiene che più che incrementare il numero di pixel è meglio migliorarne la qualità.

In pratica la società americana punta ad aumentare la luminanza dei display da 100 a 4.000 cd/m<sup>2</sup> (idealmente 10.000 cd/m<sup>2</sup>), portare il contrasto a 2.000.000:1 e comprimere i dati Hdr extra in un flusso video separato, esterno al loop di codifica finale, così da non richiedere alcuna modifica ai processori video non Hdr, che tratterebbero solo il flusso principale non Hdr. In altre parole, nel sistema Dolby Vision il video Hdr è separato su due livelli, quello base corrisponde allo standard odierno (codifica H.264 a 8 bit per segnali Full Hd, a 10 bit per Hvc Ultra Hd) e quello aggiuntivo con i metadati e le informazioni Hdr supplementari.

L'aumento complessivo del bit rate per il solo video è del 20 - 25%.

Per quanto riguarda il metodo di quantizzazione del colore, Dolby propone di impiegare l'algoritmo *Perceptual Quantizer* (Pq) a 12 bit, già incluso nello standard Smpte ST2084 per il video Hdr e proposto per la prima volta nell'aprile del 2012 durante le fasi iniziali di definizione dello standard Itu-R BT.2020. L'algoritmo Pq non impiega la classica curva gamma per il video (introdotta per compensare le non linearità dei vecchi Crt) ma un algoritmo più sofisticato, che modella la quantizzazione seguendo la sensibilità dell'occhio umano alle differenze di colore in funzione della luminanza. In pratica, grazie alla distribuzione non lineare dei bit di quantizzazione è possibile limitare la codifica a 12 bit per evitare l'apparizione di solarizzazioni. Una codifica a 15 bit con curva gamma classica, invece, comporterebbe uno spreco di dati sulle alte luci, mentre con una codifica logaritmica a 13 bit lo spreco si avrebbe sulle basse luci.

Già oggi è possibile creare un video Hdr secondo le specifiche di Dolby, grazie all'elevata dinamica di cui sono capaci diverse telecamere professionali e cineprese digitali: alcune possono arrivare a 14 stop di esposizione e codificare i colori a 14 bit. Le cineprese digitali di Arri, Red e Sony, per esempio, possono montare sensori ad alta dinamica. In particolare la Red Epic-X può catturare immagini con 3 stop aggiuntivi registrati nel canale separato X, da unire al principale in postproduzione. Anche i software di montaggio video e di color grading professionali sono già in grado di



“

*Dolby vuole aumentare la luminanza dei display da 100 a 4.000 cd/m<sup>2</sup> e portare il contrasto a 2.000.000:1.*



## I CONTENUTI HDR

Come insegna il mancato successo del 3D e (almeno per ora) dell'Ultra Hd, se non ci sono i contenuti non si va molto lontano e quindi senza di essi anche l'Hdr rischia di finire presto nel museo delle tecnologie interessanti ma che non hanno sfondato. Per fortuna sembra che i produttori di film siano convinti della bontà di questa nuova tecnologia, tanto è vero che hanno fatto diversi annunci relativi al rilascio di materiale audiovisivo Hdr.

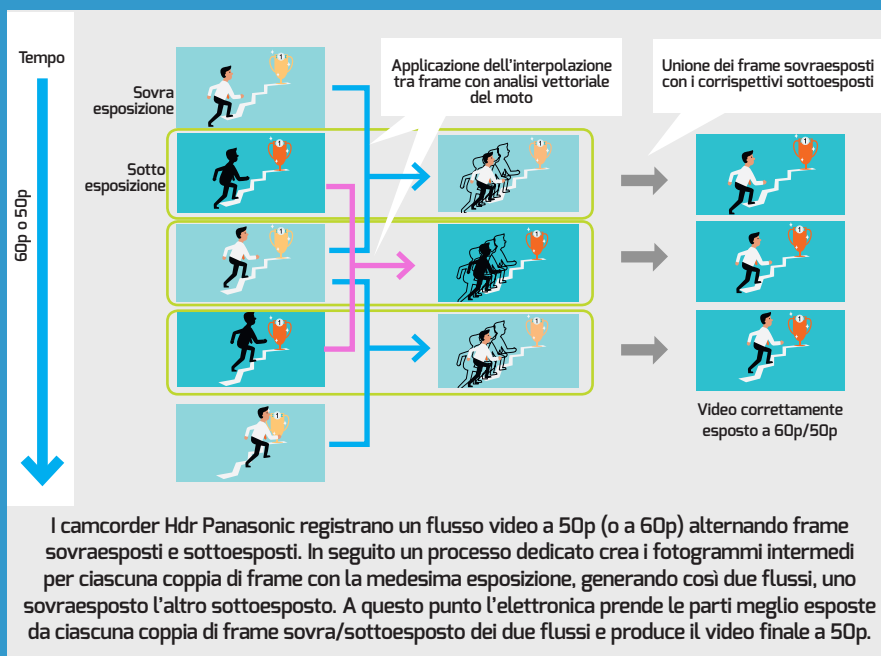
Disney ha già prodotto anche in versione Hdr il film *Tomorrowland - Il mondo di domani*, presentato al pubblico nei Dolby Cinema aperti in Usa. A ruota è seguito il lungometraggio di animazione *Inside Out*, fatto in collaborazione con Pixar. Fox ha dichiarato che offrirà al pubblico riedizioni Hdr di film già usciti (*Vita di Pied Exodus - Dei e re*), non solo nei cinema ma anche come video Ultra Hd, sia in Ultra Hd Blu-ray sia in streaming. Warner Bros e Dolby hanno annunciato le uscite rimasterizzate in Hdr dei film *Edge of tomorrow - Senza domani*, *Into the storm* e *Lego movie*, ma solo in streaming per le Tv compatibili con Dolby Vision.

Anche i produttori di video in streaming si stanno muovendo. Amazon Prime offrirà le versioni Hdr delle sue produzioni originali e Netflix, che dovrebbe arrivare in Italia a ottobre, fornirà in Hdr la sua serie televisiva *Marco Polo*. È interessante notare che Netflix stima in circa 2,5 Mbit/s l'aumento di bit rate richiesto dall'Hdr, contro i circa 12 Mbit/s necessari per passare dal Full Hd all'Ultra Hd.

# CAMCORDER HDR CONSUMER

L'Hdr in un camcorder può essere implementato in due modi: impiego di un sensore con una dinamica estesa oppure ripresa di frame con esposizioni diverse, da unire poi per ottenere un fotogramma Hdr. I sensori ad alta dinamica sono molto costosi e per ora riservati esclusivamente alle telecamere professionali di maggior pregio, mentre nel caso di unione di più frame bisogna fare i conti con le differenze di inquadratura tra un fotogramma e l'altro.

Panasonic, con i suoi nuovi camcorder prosumer Hdr HC-WX970, HC-VX870 e HC-V770 (i primi con Hdr ad arrivare sul mercato), ha scelto la seconda strada e ha sviluppato un algoritmo decisamente interessante per risolvere il problema delle differenze di inquadratura. A tutti gli effetti, i camcorder di Panasonic lavorano in maniera simile a una fotocamera digitale con funzione



gestire filmati con un elevato numero di bit per colore primario (attualmente è necessario fare due color grading, uno per la versione Hdr e uno per la versione standard). Quello che invece manca è un sistema di visualizzazione all'altezza delle specifiche Dolby Vision: una luminanza di  $4.000 \text{ cd/m}^2$  e un contrasto di  $2.000.000:1$  sono decisamente oltre le possibilità dei normali display e proiettori sul mercato oggi. Ecco perché Dolby, per compiere gli esperimenti sul video Hdr, ha creato un sistema di visualizzazione molto particolare, costituito da

un proiettore cinematografico digitale professionale puntato sul retro di un pannello Lcd monocromatico da 23 pollici privo di retroilluminazione. Il proiettore forniva la potenza luminosa necessaria, mentre il controllo delle matrici Lcd del proiettore e del pannello Lcd da 23" consentiva di raggiungere il contrasto desiderato. Il sistema così costruito era in grado di produrre una luminanza massima di  $20.000 \text{ cd/m}^2$  e una minima di  $0,004 \text{ cd/m}^2$ , con un contrasto statico reale pari a  $5.000.000:1$ . In seguito Dolby ha collaborato

con l'italiana Sim2 per sviluppare i monitor Hdr Solar, oggi evoluti nella serie HDR47E e capaci di raggiungere le  $4.000 \text{ cd/m}^2$ , con un contrasto di  $20.000:1$ . Nel box dedicato analizziamo in dettaglio le caratteristiche di questi display professionali. Come abbiamo accennato prima, Dolby non è la sola azienda a studiare l'Hdr. Philips sta valutando un proprio sistema Hdr con una luminanza massima di  $4.000 \text{ cd/m}^2$ , mentre Bbc sta considerando il limite di  $1.500 \text{ cd/m}^2$ , più basso ma più realistico per la tecnologia di

La Tv Panasonic 65AX900 (a destra) è pronta per l'Hdr, mentre la Tv 65CX800 (a sinistra) lo sarà nel prossimo futuro.



Hdr. Riprendono i frame con cadenza 50p (o 60p se si sceglie lo standard americano) alternando sovraesposizione e sottoesposizione (ottenute variando il tempo di posa, non il diaframma). Di seguito un algoritmo genera i frame intermedi da ciascuna coppia di fotogrammi con la stessa esposizione (due sovraesposti poi due sottoesposti e così via), interpolando i movimenti dei soggetti inquadrati e gli spostamenti della scena stessa grazie alla tecnica di analisi vettoriale del moto dei particolari visibili (*vector motion estimation*). In pratica si ottengono due flussi video distinti a 50p, uno con frame sovraesposti l'altro con frame sottoesposti. Lo step successivo consiste nel prendere ogni frame di un flusso e combinarlo con il corrispettivo frame dell'altro flusso, salvando solo le parti meglio esposte. Così si ottiene un fotogramma esposto correttamente e senza zone troppo chiare o troppo scure. Il video in output è quindi un filmato con dinamica normale, non Hdr, equivalente

alle foto Hdr processate con il tone mapping. I camcorder HC-WX970 e HC-VX870 registrano in Ultra Hd e dispongono di lenti Leica Dicomar, mentre il sensore è retroilluminato (Bsi) da 8,29 megapixel. Il modello HC-V770 ha invece risoluzione Full Hd e sensore Bsi da 6 MPixel. Solo i due apparecchi Ultra Hd dispongono di uno zoom ottico 20x, con l'HC-WX970 che in più integra una seconda telecamera (*Advanced Twin Camera*) all'estremità del display orientabile, pensata per una ripresa in contemporanea a quella principale, con un'angolazione diversa e visualizzata sotto forma di riquadro Pip (*Picture in Picture*). In tutti i modelli lo stabilizzatore d'immagine è ottico Hybrid O.I.S. e lavora su cinque assi.



HC-WX970 registra video Ultra Hd con tecnologia Hdr e integra una telecamera secondaria a fianco del monitor Lcd.

oggi. Anche Technicolor sta sviluppando un sistema proprietario, in cui le informazioni extra per l'Hdr sono separate dal flusso video principale, così da garantire la compatibilità con i sistemi non Hdr. Technicolor sta poi cercando di persuadere l'Itu (*International Telecommunication Union*) a includere il proprio sistema Hdr nello standard Rec.2020, un passo importante per convincere i produttori della validità del suo sistema.

### AL LAVORO: UN SUPPORTO NUOVO E CONSUMI RIDOTTI

Attualmente non c'è uno standard universale e quindi ogni azienda interessata all'Hdr procede per conto suo, ma i comitati di Smppte, Itu, Uhd Alliance (creatore dello standard Ultra Hd) e Bda (Blu-ray Disk Association) stanno lavorando per mettere ordine e formalizzare uno o più sistemi validi per tutti. Il nuovo disco Ultra Hd Blu-ray, che dovrebbe arrivare sul mercato entro la fine dell'anno, supporta già i contenuti Hdr, in due formati differenti (Dolby e Technicolor). Il consorzio che segue l'evoluzione

di Hdmi ha già emesso le specifiche per l'evoluzione 2.0a, che supporta i dati aggiuntivi per l'Hdr (specifiche CEA-861.3). La formalizzazione di uno o più standard per l'Hdr è fondamentale anche per mettere al riparo gli utenti da produttori poco onesti, che possono marchiare i propri televisori come compatibili con l'Hdr solo perché sono molto luminosi, senza essere in grado di gestire i contenuti Hdr veri e propri. L'implementazione dell'Hdr nei televisori sarà probabilmente ostacolata anche dalle organizzazioni che si occupano del contenimento dei consumi elettrici, particolarmente attive e potenti in Europa.

“

*Un televisore Hdr con una luminanza molto elevata richiede un'attenta progettazione per limitare i consumi.*

Come è facile immaginare, un televisore (ma anche un proiettore) molto luminoso assorbe più energia di uno normale e i watt necessari per alimentare una Tv con una luminanza di 4.000 cd/m² sono troppi per i comitati preposti al rispetto del risparmio energetico. Sarà quindi necessario migliorare l'efficienza dei led di illuminazione e soprattutto la trasparenza del diffusore, dei filtri polarizzatori e del pannello a cristalli liquidi vero e proprio, visto che oggi solo una piccola parte della luce prodotta dai led arriva allo spettatore, proprio a causa dell'opacità di questi elementi.

### L'HDR, LA SITUAZIONE OGGI

In attesa dell'affermazione e della diffusione di uno o più standard per l'Hdr, i produttori di Tv hanno già messo in campo algoritmi che simulano l'alta dinamica, sostanzialmente grazie a un aumento della luminosità e del contrasto del materiale video comune. Il *Dynamic Range Remaster* di Panasonic e l'*X-tended Dynamic Range* di Sony sono due esempi di questo tipo di algoritmi.





Sony  
KD-X94C

Il loro vantaggio è che producono scene più accattivanti e di maggior impatto visivo senza richiedere costose e complicate modifiche al flusso di produzione del materiale audiovisivo. Ma la loro efficacia è ovviamente limitata, dato che il risultato della trasformazione non è mai così realistico come le scene Hdr vere e proprie. Più è spinta l'elaborazione maggiore è il rischio di artefatti, inoltre nessun algoritmo, per quanto sofisticato, sarà mai in grado di recuperare i dettagli persi nelle zone bruciate dell'inquadratura.

### **RIPRESE TELEVISIVE, LA SPERIMENTAZIONE**

Se gli enti di standardizzazione sono al lavoro sull'Hdr, le aziende di produzione e di trasmissione video non stanno sedute a guardare e nel recente passato hanno già dato prova di un forte interesse in questa nuova tecnologia. Astra ha trasmesso da satellite diversi video Hdr sperimentali, codificati con Hvc e in cui i dati extra

per l'Hdr erano raccolti in un flusso separato aggiuntivo, così da garantire la compatibilità delle trasmissioni con le Tv non Hdr. France Televisions ha sfruttato il torneo di tennis Roland Garros a Parigi per riprendere in Hdr alcune partite grazie alla collaborazione con Sony, che ha fornito le telecamere e l'elettronica necessaria per gestire i flussi di dati.

I video erano in Ultra Hd, compresi con Hvc e sono stati trasmessi in via sperimentale da satellite (Dvb-S2) e con il digitale terrestre (Dvb-T2). Ancora, il 20 maggio di quest'anno la partita Juventus-Lazio della finale di calcio Coppa Italia 2015 è stata ripresa con sei telecamere Sony F55, in modalità Hdr e con una cadenza di 50

fotogrammi al secondo. I video non sono stati trasmessi ma registrati per sperimentazioni future.

### **LE TV HDR SUL MERCATO**

L'implementazione dell'Hdr nei televisori Lcd richiederà un'evoluzione graduale a più step, dato che oggi è economicamente improponibile partire subito con le caratteristiche ideali indicate da Dolby. Una luminanza di 4.000 cd/m<sup>2</sup> è raggiungibile oggi solo con un numero spropositato di led, che consumano e scaldano quanto una stufetta elettrica. Il rapporto di contrasto di 2.000.000:1, poi, è addirittura impossibile da ottenere con la tecnologia Lcd attuale, dato che se



Samsung JS9500



Lg EG9600

si aumenta la potenza luminosa del modulo di illuminazione posteriore non sale solo la luminanza massima ma anche quella minima, in altre parole il contrasto non cambia e quindi il livello del nero si alza in maniera inaccettabile.

L'unica strada oggi praticabile è ricorrere al *local dimming*, ovvero allo spegnimento dei led in corrispondenza delle aree scure dalla scena. Questa tecnica è ormai di uso comune nelle Tv Lcd Led Edge (praticamente la totalità dei televisori venduti), ma la disposizione dei diodi luminosi lungo i bordi inferiore e superiore dello schermo impone alle zone regolabili in luminosità una forma rettangolare molto stretta e allungata verticalmente, con

un'altezza pari alla metà del pannello Lcd. Molto meglio sarebbe poter modulare la luminosità con molte zone quadrate, di piccole dimensioni, come consente di fare il Full Led, quasi abbandonato per i costi produttivi troppo elevati. L'introduzione dell'Hdr potrebbe quindi riportare in auge il Full Led, almeno nelle Tv di maggior pregio. Grazie alla griglia di led dietro lo schermo è perciò possibile fornire la luce solo dove serve, così da ottenere un contrasto molto più elevato anche se ancora lontano da quello specificato da Dolby.

**Per quanto riguarda i colori**, abbiamo visto che a causa dell'elevata dinamica è importante aumentare i bit di

quantizzazione per evitare bande e solarizzazioni. In pratica, questa necessità si traduce nell'usare nelle Tv una sezione elettronica e un pannello Lcd con almeno 10 bit (ce ne vorrebbero 12, secondo Dolby).

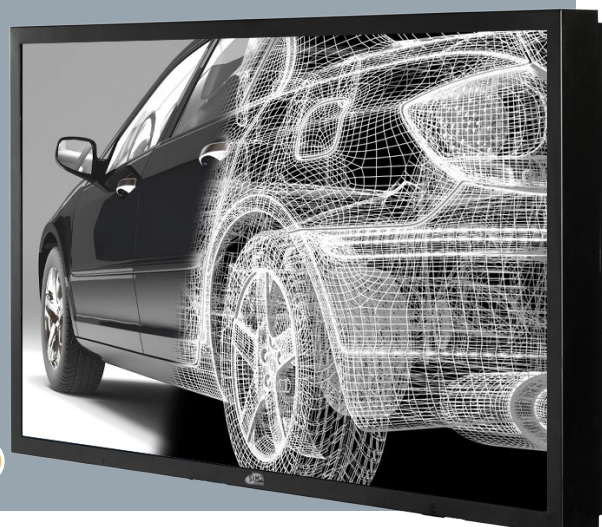
Per l'elettronica non c'è problema, addirittura già da qualche anno questa profondità di colore è una caratteristica standard per i processori adibiti all'elaborazione delle immagini nei televisori top di gamma. Per i pannelli Lcd i 10 bit per colore primario non sono una caratteristica scontata ma sono alla portata dei processi produttivi attuali (alcuni fabbricanti hanno già in catalogo pannelli di questo tipo).

**In occasione del Ces 2015** la maggior parte dei marchi Tv più importanti ha mostrato prototipi di televisori Lcd in grado di visualizzare video Hdr, con una luminanza massima, nel caso migliore, di 1.000 cd/m<sup>2</sup>. Più in dettaglio, **Hisense e Philips** hanno dichiarato che sono in procinto di produrre Tv compatibili con Dolby Vision, mentre **Panasonic** offre l'algoritmo *Dynamic Range Remaster* nel suo televisore top di gamma 65AX900 con una luminanza di 700 cd/m<sup>2</sup> e comunica che la serie CX800 sarà compatibile con l'Hdr nel prossimo futuro.

**Samsung** con il modello JS9500 dichiara una luminanza di ben 1.000 cd/m<sup>2</sup> e un sistema di retroilluminazione Full Led con migliaia di zone pilotabili individualmente, ciascuna grande pochi millimetri. **Sony** conta

## I MONITOR HDR PROFESSIONALI

L'italiana Sim2 e Dolby hanno iniziato a collaborare nel novembre 2007 per creare monitor capaci di visualizzare immagini Hdr, pensati per i professionisti dei settori Cad, cinema, realtà virtuale, grafica e medicale. Questi display sono impiegati con buon successo negli studi di progettazione automobilistica, per visualizzare in maniera ultrarealistica i nuovi modelli di auto. La serie HDR47E deriva dalla linea Solar (la prima a raggiungere il mercato), e include quattro modelli, tutti Lcd con diagonale di 47 pollici, formato 16:9 e risoluzione Full Hd. Si distinguono per il livello di luminanza massima, 4.000 oppure 2.000 cd/m<sup>2</sup>, e per la presenza o meno di ingressi Hd-Sdi e Dvi. Questi monitor si differenziano dai display Lcd classici principalmente per l'unità di retroilluminazione, costituita da una griglia di ben 2.202 led bianchi ad alta intensità (100 lumen ciascuno), inseriti in riflettori individuali e comandati singolarmente – come luminosità – dall'elettronica di controllo. I dati di targa di questi monitor sono impressionanti: 4.000 cd/m<sup>2</sup> di luminanza, contrasto statico 20.000:1, ➤







di aggiornare i firmware delle serie Bravia X93C (55 e 65 pollici, Led Edge) e X94C (75 pollici, Full Led) affinché diventino compatibili con l'Hdr. Nel frattempo ha già sviluppato gli algoritmi X-tended Dynamic Range (X93C) e X-tended Dynamic Range Pro (X94C), che elaborano i flussi video normali per esaltarne luminosità e contrasto, naturalmente con una profondità colore di 10 bit. In pratica un'imitazione

dell'Hdr. Il local dimming permette di aumentare sia il contrasto sia la luminosità delle zone più chiare, grazie a un aumento temporaneo dell'energia (fino a tre volte, dice Sony) inviata solo ai led che lavorano al massimo.

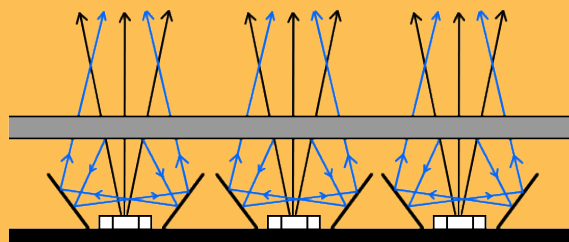
**Un discorso a parte va fatto per le Tv Oled.** La tecnologia Oled permette di ottenere un rapporto di contrasto realmente infinito dato che i pixel

spenti non emettono proprio luce, quindi questi pannelli non hanno alcuna difficoltà a raggiungere il valore di 2.000.000:1 richiesto per l'Hdr del Dolby Vision. La nota dolente arriva con la luminanza, che per ora non è così alta come quella dei migliori Lcd, poiché elevarla significa ridurre in maniera significativa la longevità del pannello. Per superare questo limite, **Lg** (attualmente l'unico produttore di

consumo elettrico di 1.000 watt e peso di 55 chilogrammi con la base. I display sono molto spessi, circa 16 centimetri, per via delle alette di raffreddamento dei dissipatori e dei cinque grossi ventilatori, necessari per smaltire l'intenso calore generato dai led. Grazie all'efficacia del raffreddamento la vita nominale dei led arriva a 50.000 ore.

L'elettronica a bordo dei monitor elabora con una precisione di 16 bit i segnali video in ingresso, separando il segnale *luma* da quello *chroma*. Il primo, a 8 bit, è inviato ai led, il secondo, con 8 bit per colore primario Rgb, è mandato al pannello a cristalli liquidi. La curva di conversione tra i livelli cromatici delle immagini in input e quelli visualizzati dai monitor in output è di tipo logaritmico, sviluppata da Sim2 per imitare la sensibilità dell'occhio umano. I dati cromatici sono quindi più fitti alle basse luci, più radi alle alte luci. Per la conversione delle immagini Hdr in un formato perfettamente riproducibile dai display, Sim2 ha creato il driver Shader, da caricare nel computer collegato al monitor.

## I LED DI RETROILLUMINAZIONE



**HDR47E:** ogni led è al centro di un riflettore esagonale, che raccoglie la luce prodotta e la concentra in un'area molto ristretta, per evitare sbavature luminose.

Tv Oled) ha sviluppato nuovi composti organici più efficienti e capaci di mantenere una luminosità più elevata senza rovinarsi in breve tempo.

Secondo Lg, la luminosità dei pannelli Oled può così passare dalle attuali 500 a 800 cd/m<sup>2</sup> (sempre e solo in una finestra grande il 10% dell'intero schermo), un incremento del 60%. Per completare le caratteristiche necessarie per l'Hdr, i nuovi pannelli Oled più luminosi sono anche a 10 bit per colore primario. Lg conta di mostrare i suoi nuovi televisori Oled Ultra Hd Hdr a Berlino, in occasione di Ifa 2015, e di rendere compatibili con l'Hdr le Tv Oled EG9600 e EG960 tramite un upgrade del firmware.

## IL CINEMA HDR

Dolby Vision non è limitato al mondo della televisione ma, come parte del progetto *Dolby Cinema* (che include il meglio delle tecnologie Dolby, come Atmos), vuole sbarcare anche nelle grandi sale oscurate.

**Nulla di strano visto il legame storico e fortissimo** di Dolby con il cinema. In collaborazione con Christie, marchio giapponese celebre per i suoi proiettori digitali cinematografici, l'azienda americana ha sviluppato un vero e proprio progetto per la sala cinematografica ideale, in cui spicca un proiettore capace di luminosità e contrasto tali da consentire agli spettatori di vedere immagini Hdr su uno schermo gigante. Le difficoltà tecniche sono notevoli: innanzitutto illuminare con un numero elevato di candele al metro quadro uno

schermo di diverse decine di metri di base è attualmente impossibile con un proiettore tradizionale, che impiega una o due lampade ad arco di xenon. Semplicemente, la luce prodotta non è sufficiente. Anche il contrasto è difficile da migliorare, visto che le sale sono già integralmente ricoperte da vernici e tessuti neri opachi, con le luci di sicurezza ridotte al minimo ammesso dalla legge. Per aumentare la luce emessa dai proiettori, l'unica strada percorribile oggi consiste nell'impiego di lampade laser, costose ma potenti e durature. Un effetto collaterale dell'aumento di luminosità nel cinema è la maggior sensibilità degli spettatori allo sfarfallio (*flicker*) dovuto al rapido susseguirsi dei fotogrammi sullo schermo. La percezione del flicker, infatti, aumenta in proporzione alla quantità di luce che arriva agli occhi di chi guarda. Per ridurre il problema si può incrementare la cadenza dei fotogrammi, una tecnica già in uso nei moderni proiettori digitali. Anche la necessità di impiegare più bit per

la codifica dei colori non è un problema: tutti i recenti proiettori impiegano normalmente 10 o anche 12 bit per generare i colori.

Negli Stati Uniti esistono già alcune sale certificate Dolby Cinema, ovvero in grado di visualizzare i film con parametri

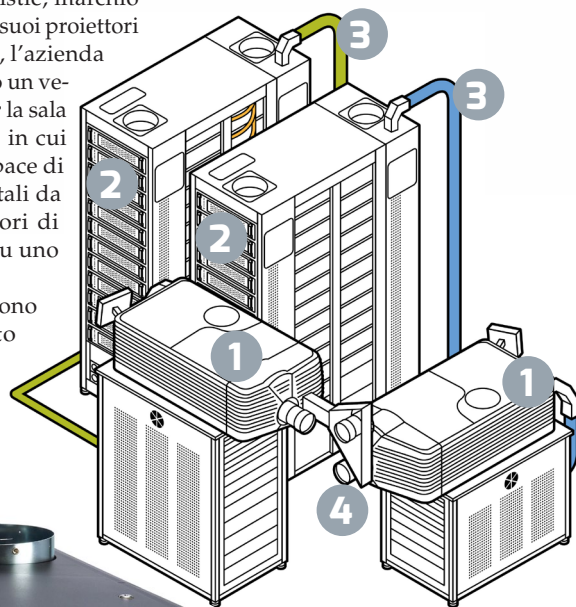
che si avvicinano ai valori stabiliti da Dolby per l'Hdr. In queste sale il dispositivo di proiezione è un assieme Christie 6P 4K, costituito da due proiettori con chip Dlp 4K che lavorano in parallelo, collimati con precisione in modo che le immagini proiettate si sovrappongano al singolo pixel sullo schermo.

Questi proiettori sono alimentati da sei moduli laser (il 6P nella sigla, ovvero 6 *Primary*, si riferisce a queste lampade) e sono di solito usati con i film 3D visualizzati con il sistema sviluppato da Dolby, basato sull'emissione di due lunghezze d'onda monocromatiche leggermente diverse per ciascuno dei tre colori primari Rgb. Gli spettatori indossano occhiali passivi con lenti dicroiche che lasciano passare una tripletta Rgb per l'occhio sinistro, l'altra tripletta Rgb per l'occhio destro.

Nel caso di Dolby Cinema, il film è solo 2D e quindi tutta la luce generata dai sei moduli laser (due per il rosso, due per il verde e due per il blu) arriva agli occhi degli spettatori. Secondo quanto afferma Dolby, nelle sale Dolby Cinema con Dolby Vision i proiettori laser Rgb Christie 6P 4K producono 106 cd/m<sup>2</sup> sullo schermo, contro le 48 cd/m<sup>2</sup> di un cinema normale conforme alle specifiche Smpte. Poco più di 100 cd/m<sup>2</sup> sembra un valore molto inferiore rispetto agli 800 - 1.000 cd/m<sup>2</sup> delle Tv Lcd Hdr, ma bisogna tenere presente che lo schermo del cinema è molto grande, mentre quello della Tv è piccolo in proporzione. Se, per esempio, consideriamo uno schermo cinematografico di 20 metri di base e un'altezza di 10 metri otteniamo un'area di 200 m<sup>2</sup>, quindi le candele generate dal Dolby Cinema sono 21.200 (in realtà sono un po' di meno, dato che 106 cd/m<sup>2</sup> sono solo al centro dello schermo). Nel caso di una Tv con diagonale di 65 pollici l'area del pannello è di 1,17 m<sup>2</sup> e se la sua luminosità è di 1.000 cd/m<sup>2</sup> otteniamo 1.170 cd totali, quindi pari a circa un diciottesimo delle candele generate nella sala cinematografica del nostro esempio. •

### Dolby Cinema

La luce riflessa da uno schermo con base di 20 metri è circa 18 volte quella di una Tv Hdr da 65"



Il sistema di proiezione Dolby Cinema impiega due proiettori Dlp Christie, alimentati da altrettanti gruppi di laser Rgb.

1. Proiettore Dlp
2. Moduli rack laser Rgb
3. Fibra ottica
4. Specchio

