TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÂN KHẤU – ĐIỆN ẢNH HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN ẢNH – TRUYỀN HÌNH

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 11 · PHẦN D

Đo kiểm, hiệu chuẩn và LED Volume

Mục 11.20 – 11.28 · Dành cho sinh viên Quay phim, Đạo diễn điện ảnh – truyền hình, Dựng phim, Đạo diễn âm thanh

Hà Nội – 2026

MỤC 11.20

Thiết bị đo và bảng thử

- Hai màn hình cùng model, cùng lô, đặt cạnh nhau vẫn khác nhau
- Cùng một màn hình sau hai nghìn giờ đã khác chính nó

- Đo không phải việc làm một lần khi mua — là thói quen định kỳ
- Hai loại đầu đo, sáu bảng thử



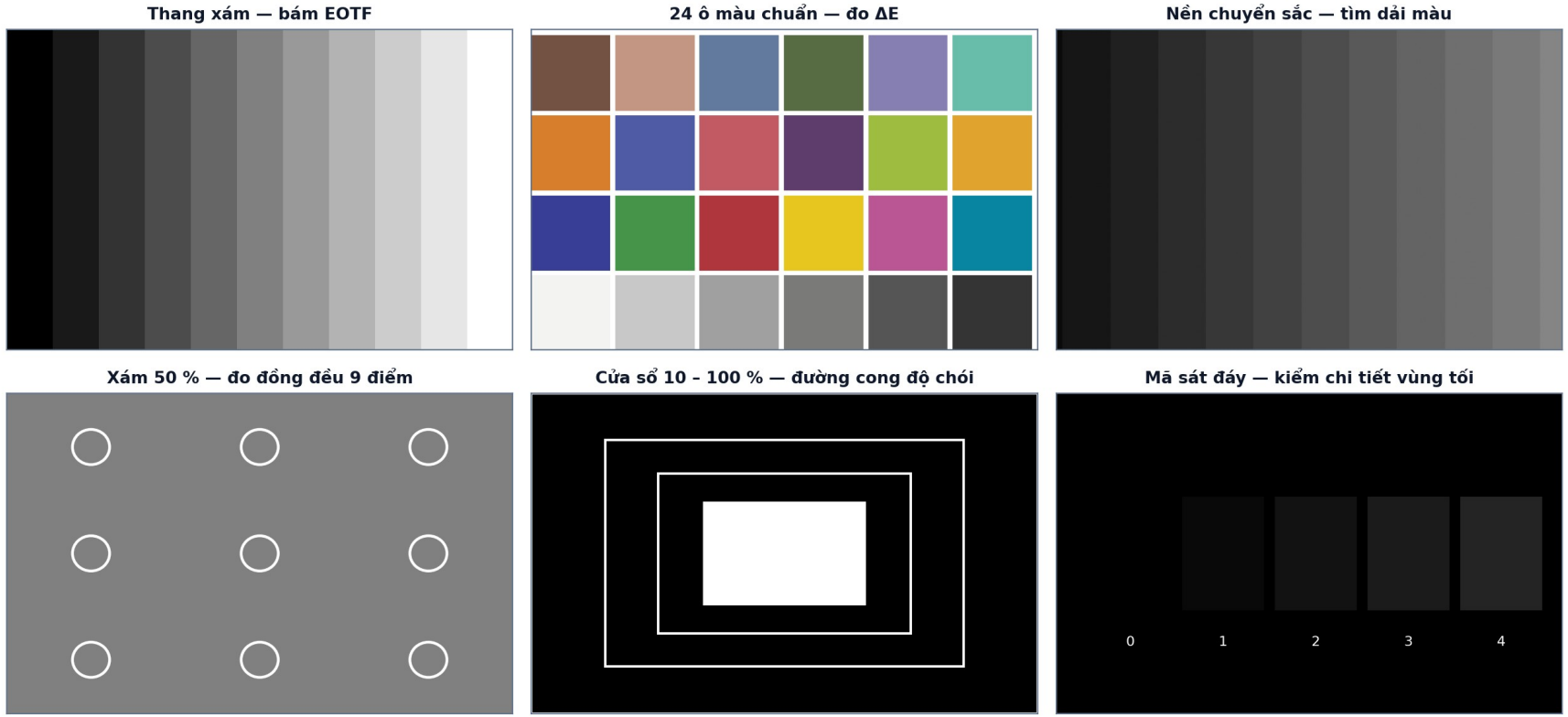
MỤC 11.20.2

Đầu đo ba kích thích và đầu đo phổ

	Đầu đo BA KÍCH THÍCH	Đầu đo PHỔ
Nguyên lý	Ba kính lọc mô phỏng ba hàm phối màu của mắt; đọc thẳng ra X, Y, Z	Tán ánh sáng thành phổ bằng cách tử, đo từng bước sóng rồi tính ra X, Y, Z
Tốc độ	Nhanh — vài giây một điểm đo	Chậm hơn, nhất là ở mức chói thấp
Giá	Rẻ	Đắt hơn nhiều lần
Ở mức chói rất thấp	Nhạy hơn — ưu thế thật khi đo mức đen	Nhiễu nhiều, cần thời gian đo dài
Với phổ lạ	SAI. Kính lọc chỉ khớp đúng với loại phổ nó được hiệu chỉnh cho	ĐÚNG với mọi phổ: lân quang, chấm lượng tử, laser, LED

Cách làm đúng khi có cả hai: dùng đầu đo PHỔ đo một lần để hiệu chỉnh cho đầu đo ba kích thích trên đúng tấm nền ấy, rồi dùng đầu đo ba kích thích cho công việc hằng ngày.

Sáu bảng thử — sáu câu hỏi khác nhau



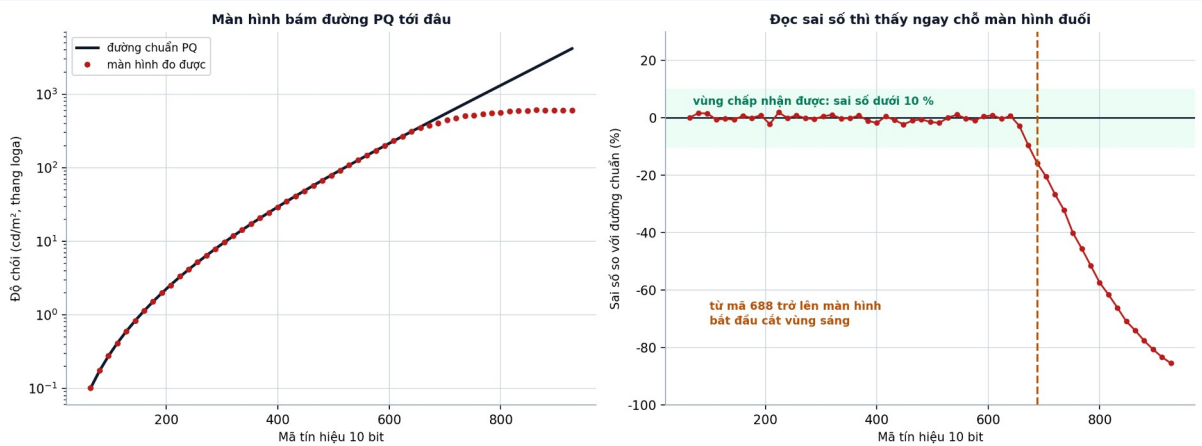
Sáu bảng thử này trả lời sáu câu hỏi khác nhau; không bảng nào thay được bảng nào. Đo màn hình mà chỉ nhìn một bảng thử thì chỉ biết được một phần sự thật.

Sáu bảng thử của một bộ đo màn hình đầy đủ

MỤC 11.21

Ba phép kiểm bắt buộc

- Bám đường EOTF — màn hình có đúng ĐỘ SÁNG không
- Sai lệch màu — màn hình có đúng MÀU không
- Độ đồng đều — phần còn lại của mặt màn có giống chỗ vừa đo không
- Ba câu hỏi ĐỘC LẬP; thiếu một phép thì kết luận không đầy đủ



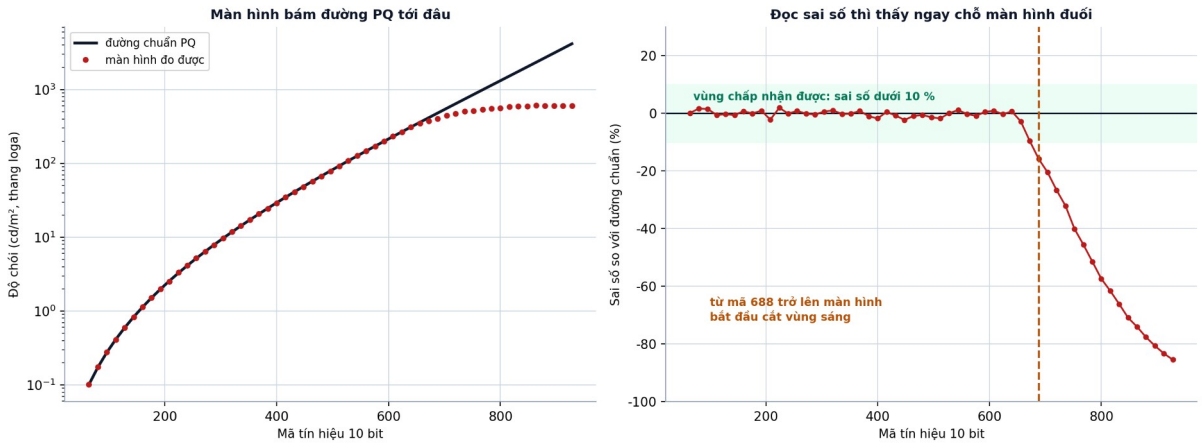
Màn hình trong ví dụ này đạt đỉnh khoảng 600 cd/m². Nó bám đường chuẩn rất sát ở vùng tối và vùng trung bình, và chỉ bắt đầu lệch quá 10 % từ mã 688 — ứng với khoảng 482 cd/m². Đó là chỗ nó hết công suất, không phải chỗ nó hiệu chuẩn sai.

Sai số bám đường EOTF

$$e = \frac{L_{\text{meas}} - L_{\text{ref}}}{L_{\text{ref}}} \cdot 100\ \%$$

- L_meas — độ chói đo được tại một mã tín hiệu
- L_ref — độ chói mà chuẩn quy định cho mã ấy
- Vẽ sai số theo mã tín hiệu thì thấy ngay chỗ màn hình đuối
- Sai số dưới 10 % ở toàn dải là kết quả tốt cho màn hình làm việc

Đọc đồ thị sai số — hai chuyện rất khác nhau



Màn hình trong ví dụ này đạt đỉnh khoảng 600 cd/m². Nó bám đường chuẩn rất sát ở vùng tối và vùng trung bình, và chỉ bắt đầu lệch quá 10 % từ mã 688 — ứng với khoảng 482 cd/m². Đó là chỗ nó hết công suất, không phải chỗ nó hiệu chuẩn sai.

- Sai số **dưới 10 %** ở toàn dải: kết quả tốt cho màn hình làm việc. Màn hình tham chiếu phải chặt hơn.
- Sai số **ÂM lớn ở vùng mã cao** thường KHÔNG phải lỗi hiệu chuẩn — đó là chỗ màn hình **hết công suất** và bắt đầu ánh xạ tông.
- Phân biệt hai chuyện này rất quan trọng: một cái **sửa được** bằng hiệu chuẩn, một cái **thì không**.
- Sai số dao động quanh 0 ở vùng mã thấp thường là **nhiễu của đầu đo**. Đo lại với thời gian tích luỹ dài hơn trước khi kết luận.

Màn hình đỉnh 600 cd/m²: bám rất sát tới mã 688, rồi bắt đầu cắt vùng sáng

ΔE_ITP theo ITU-R BT.2124 — thước đo cho HDR và gam rộng

$$\Delta E_{\mathrm{ITP}} = 720\sqrt{(\Delta I)^2 + (\Delta T)^2 + (\Delta P)^2}\ , \qquad T = 0{,}5\, C_T$$

- I — thành phần cường độ; T và P — hai thành phần màu, với T = 0,5·C_T
- Xây trên không gian ICtCp — chính không gian đã dùng cho tín hiệu HDR
- Hệ số 720 chọn sao cho MỘT đơn vị = MỘT ngưỡng vừa đủ nhận ra
- Cùng quy ước với ΔE_{oo}, nên hai con số so được với nhau về bậc độ lớn

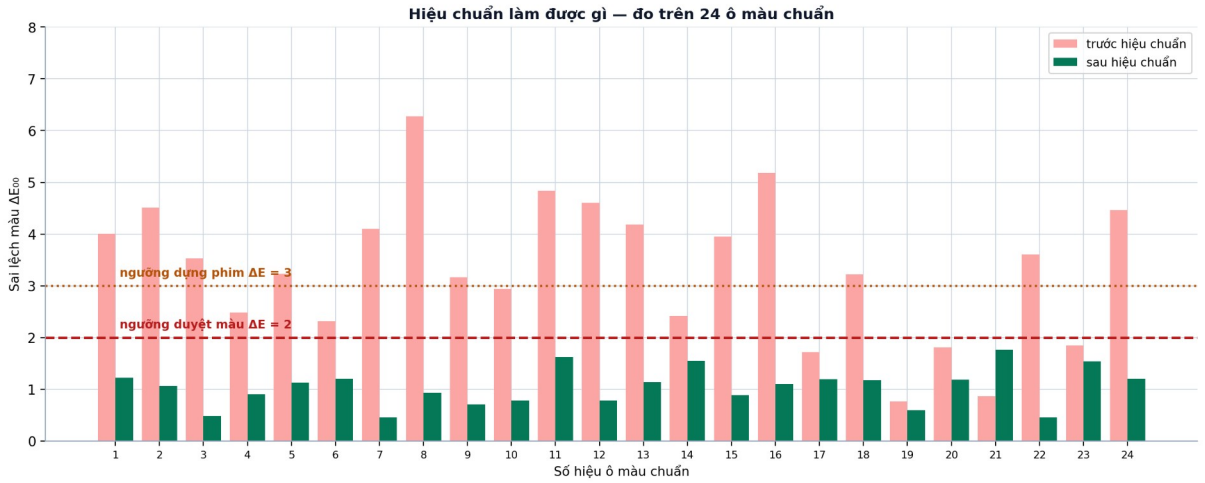
Dùng thước nào cho việc nào

Tình huống	Thước đo	Vì sao
Màn hình dải động chuẩn, gam Rec.709 hoặc DCI-P3	ΔE_{00}	Đây là dải mà CIEDE2000 được xây và kiểm chứng trên đó
Màn hình HDR, gam BT.2020, độ chói trên 1.000 cd/m²	ΔE_ITP	ΔE_{00} đánh giá sai ở vùng độ chói cao và vùng bão hoà sâu
So sánh hai màn hình khác công nghệ	ΔE_ITP	Không phụ thuộc giả thiết về trạng thái thích nghi của mắt theo cách L*a*b* phụ thuộc
Kiểm tra một dây chuyền nén hoặc một bảng tra	ΔE_ITP	Đây chính là mục đích mà BT.2124 được soạn ra

Ngưỡng: duyệt màu $\Delta E \le 2$ · dựng phim $\Delta E \le 3$ · xem thường $\Delta E \le 5$.

Con số đáng nhìn là ô TỆ NHẤT, không phải trung bình

- Một màn hình trung bình ΔE = 1,5 nhưng có **một ô màu da lệch 5** thì không dùng để duyệt màu được.
- Vì thế bài đo phải ghi lại **số hiệu ô tệ nhất**, không chỉ ghi con số trung bình.
- Hiệu chuẩn có tác dụng thật và **định lượng được**: biểu đồ này cho thấy số ô vượt ngưỡng giảm từ 19 xuống 0.
- Phép kiểm thứ ba — **độ đồng đều** — hiếm khi được công bố, vì nó thay đổi giữa từng CÁ THỂ chứ không phải từng đời sản phẩm.



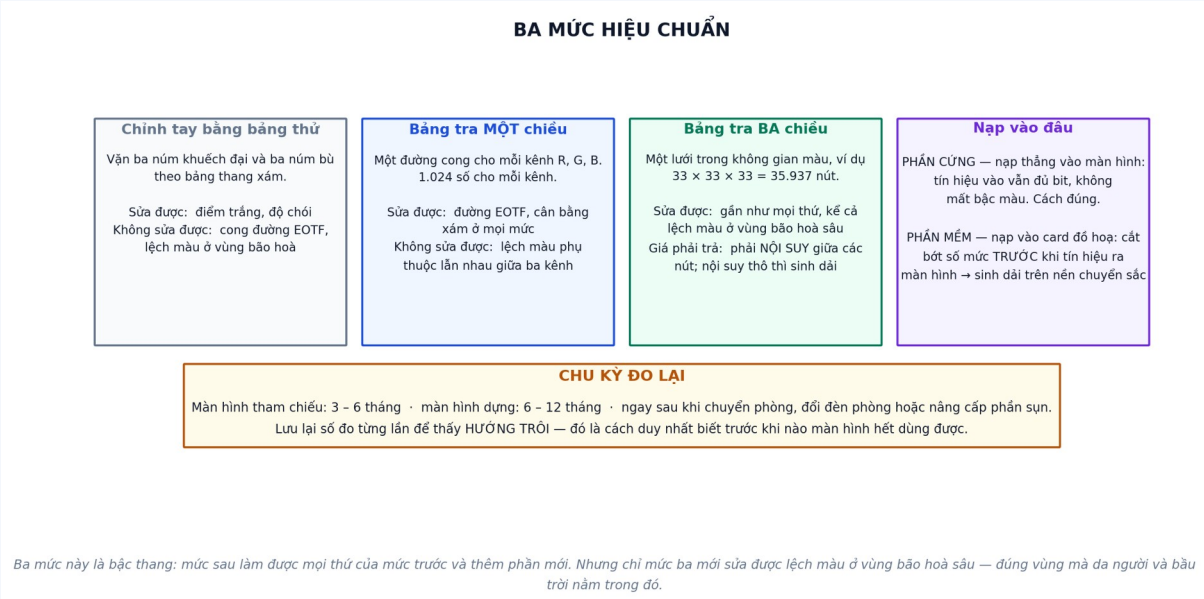
Trước hiệu chuẩn có 19 trên 24 ô vượt ngưỡng duyệt màu; sau hiệu chuẩn còn 0. Con số đáng nhìn KHÔNG phải trung bình mà là ô TỆ NHẤT: một ô lệch nhiều đủ để làm sai một quyết định về màu da.

Sai lệch màu trên 24 ô màu chuẩn, trước và sau hiệu chuẩn

MỤC 11.22

Hiệu chuẩn màn hình

- Đo xong thì làm gì với kết quả
- Ba mức từ thô tới tinh: chỉnh tay, bảng tra 1 chiều, bảng tra 3 chiều
- Nạp phần cứng hay nạp phần mềm — chọn sai làm hỏng gần hết công sức
- Mấy bit là đủ để không thấy dải màu



Ba mức này là bậc thang: mức sau làm được mọi thứ của mức trước và thêm phần mới. Nhưng chỉ mức ba mới sửa được lệch màu ở vùng bão hoà sâu — đúng vùng mà da người và bầu trời nằm trong đó.

MỤC 11.22.1

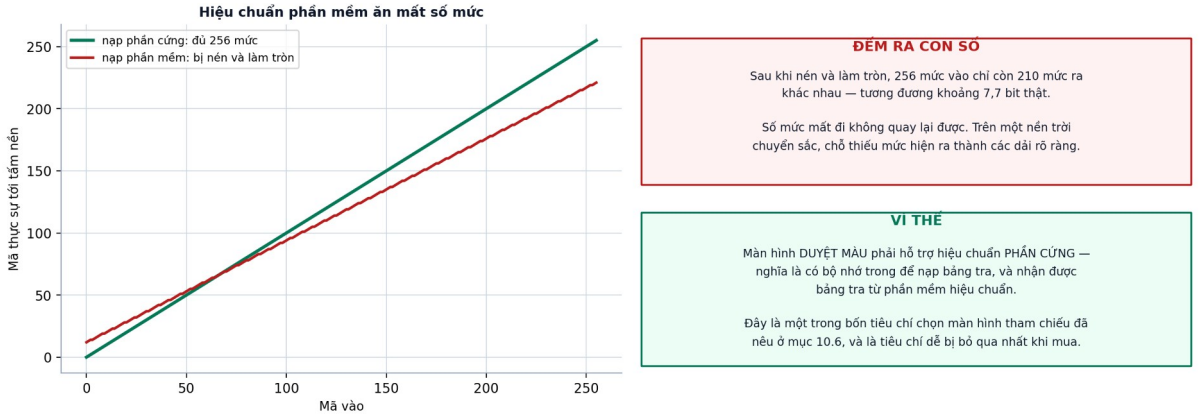
Ba mức hiệu chuẩn

Mức	Cơ chế	Sửa được gì	KHÔNG sửa được gì
Chỉnh tay bằng bảng thử	Vặn ba núm khuếch đại và ba núm bù trên màn hình	Điểm trắng và độ chói tổng thể	Chỗ cong của đường EOTF; lệch màu ở vùng bão hoà
Bảng tra MỘT chiều	Một đường cong sửa cho mỗi kênh R, G, B — 1.024 số mỗi kênh	Đường EOTF và cân bằng xám ở mọi mức	Lệch màu phụ thuộc lẫn nhau giữa ba kênh
Bảng tra BA chiều	Lưới trong không gian màu, ví dụ 33 × 33 × 33 = 35.937 nút	Gần như mọi thứ, kể cả vùng bão hoà sâu	Lỗi vật lý: điểm ảnh chết, lưu ảnh vĩnh viễn, đồng đều kém

Bảng tra ba chiều phải NỘI SUY giữa các nút. Nội suy thô làm gãy đường chuyển sắc và sinh dải màu; nội suy tứ diện cho kết quả mượt hơn hẳn — một tiêu chí đáng hỏi mà gần như không bao giờ có trong tài liệu quảng cáo.

MỤC 11.22.2

Nạp phần cứng hay nạp phần mềm



Hiệu chuẩn phần mềm vẫn tốt hơn không hiệu chuẩn gì, và với màn hình dựng thì chấp nhận được. Nhưng nó không bao giờ đủ cho màn hình dùng để RA QUYẾT ĐỊNH về màu.

- **Nạp PHẦN CỨNG** — vào bộ nhớ trong của màn hình. Tín hiệu tới màn hình vẫn đủ số bit; màn hình áp bảng sửa ở khâu cuối với độ phân giải nội bộ cao hơn hẳn. **Không mất bậc màu nào.**
- **Nạp PHẦN MỀM** — vào bảng gamma của card đồ hoạ. Máy tính sửa tín hiệu TRƯỚC khi gửi đi; việc sửa ấy là nén và làm tròn trong cùng số bit.
- Con số cụ thể: 256 mức vào chỉ còn khoảng **210 mức ra** khác nhau — tương đương chưa tới 7,8 bit thật.
- Số mức mất đi **không quay lại được**. Trên một nền trời chuyển sắc, chỗ thiếu mức hiện ra thành các dải rõ ràng.

Hiệu chuẩn phần mềm ăn mất số mức; hiệu chuẩn phần cứng thì không

CÔNG THỨC (11.12)

Bước mã và ngưỡng sinh dải màu

$$c_{\text{step}} = \frac{L_{i+1} - L_i}{L_i} \cdot 100\ \% \leq c_{\text{Barten}} \approx 0{,}9\ \%$$

- c_step — độ tương phản giữa hai mức mã KỀ NHAU tại một mức độ chói
- Mắt bắt đầu phân biệt được hai mức khi tương phản giữa chúng vượt khoảng 0,9 %
- Ngưỡng 0,9 % rút ra từ mô hình độ nhạy tương phản của Barten
- Cùng mô hình ấy đã được dùng để THIẾT KẾ chính đường PQ

MỤC 11.22.3

Bước mã PQ tại một số mức độ chói

Độ chói	8 bit	10 bit	12 bit	Kết luận
1 cd/m²	7,92 %	1,95 %	0,48 %	10 bit đã an toàn ở vùng tối
100 cd/m²	3,98 %	0,98 %	0,24 %	10 bit NẰM SÁT ngưỡng — chỗ đáng chú ý
1.000 cd/m²	3,66 %	0,90 %	0,22 %	10 bit vẫn sát ngưỡng
Ngưỡng Barten	0,9 %	0,9 %	0,9 %	Vượt ngưỡng thì mắt thấy dải

Ở 100 cd/m², bước mã PQ 10 bit cho 0,98 % — tức NGAY TRÊN ngưỡng 0,9 %. Nghĩa là 10 bit vừa đủ, KHÔNG có dự phòng.

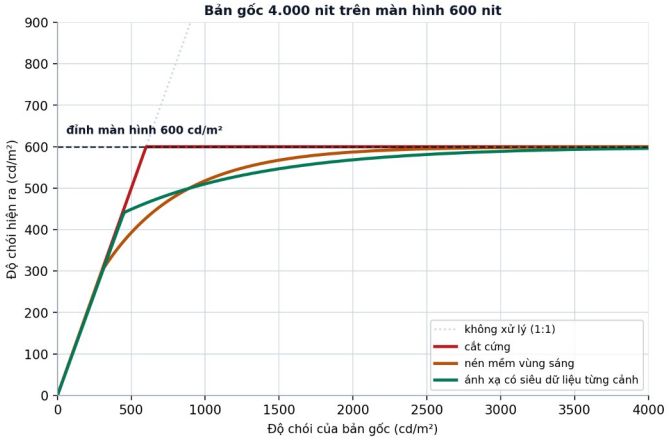
Bản gốc làm 12 bit, giao nộp 10 bit

"vừa đủ" không dùng được cho bản gốc

MỤC 11.23

Ánh xạ tông khi màn hình không với tới bản gốc

- Bản gốc 1.000 hoặc 4.000 cd/m², màn hình chỉ đạt 600
- Phần vượt ngưỡng phải đi đâu?
- Mỗi màn hình trả lời một cách
- Đây là lý do cùng một bản phim nhìn khác nhau ở mỗi nơi



CẮT CỨNG

Mọi thứ trên ngưỡng thành một mảng trắng phẳng. Mây, đèn, mặt trời mất hết chi tiết.

NÉN MỀM VÙNG SÁNG

Giữ được chi tiết vùng sáng, nhưng kéo tối cả những vùng lẽ ra không cần đụng tới.

CÓ SIÊU DỮ LIỆU TỪNG CẢNH

Bản gốc mang theo mô tả từng cảnh, màn hình ánh xạ riêng cho cảnh ấy. Tốt nhất — nếu bản gốc thật sự có siêu dữ liệu.

Đây là câu trả lời cho câu hỏi mà sinh viên gặp nhiều nhất khi đi làm: vì sao cùng một bản phim lại nhìn khác nhau trên các màn hình khác nhau. Không phải màn hình nào hỏng, mà là mỗi màn hình xử lý phần vượt ngưỡng theo một cách.

MỤC 11.23.2

Ba cách ánh xạ tông

Cách	Làm gì	Được	Mất
Cắt cứng	Mọi mức trên ngưỡng thành đúng mức đỉnh của màn hình	Giữ nguyên toàn bộ vùng dưới ngưỡng	Chi tiết vùng sáng biến mất: mây thành mảng trắng phẳng
Nén mềm vùng sáng	Từ một điểm gãy, nén dần cho tới khi tiệm cận đỉnh	Giữ được chi tiết vùng sáng — vẫn thấy hình dạng mây	Kéo tối cả những vùng lẽ ra không cần đụng tới; ảnh xỉn hơn
Có siêu dữ liệu từng cảnh	Bản gốc mang mô tả độ chói từng cảnh; màn hình ánh xạ riêng cho cảnh ấy	Tốt nhất — mỗi cảnh xử lý theo đúng dải động của nó	Chỉ chạy khi bản gốc THẬT SỰ có siêu dữ liệu, và màn hình hiểu đúng định dạng

Thiết bị hỗ trợ +

Đường truyền chở được +

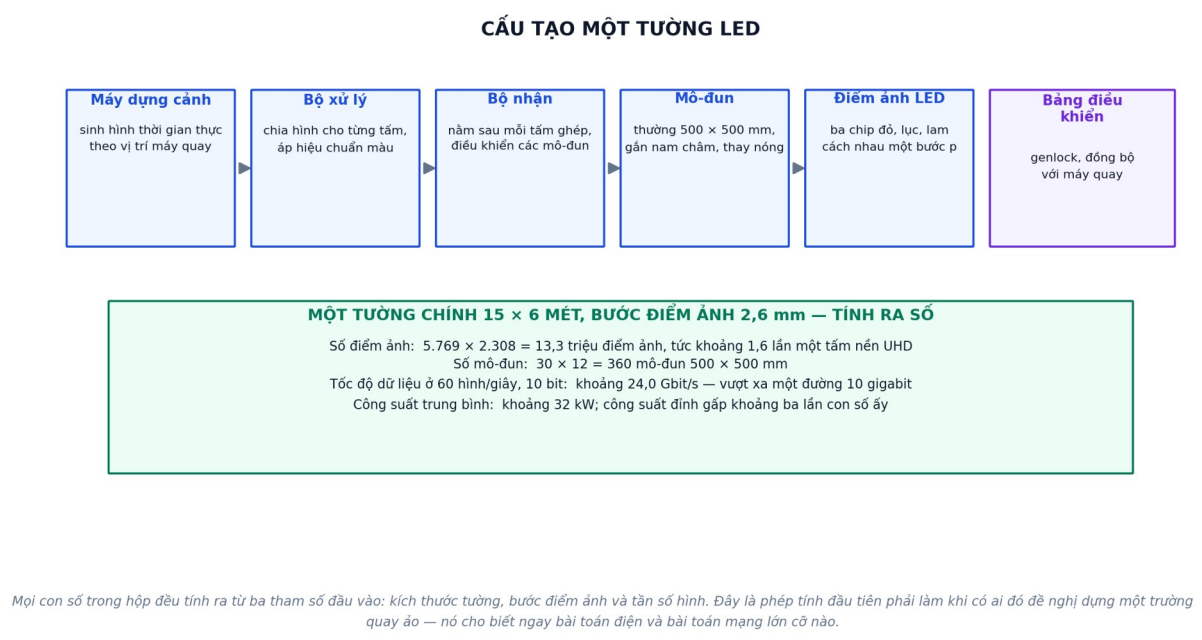
NỘI DUNG được làm ra

thiếu điều kiện thứ ba là tình trạng phổ biến nhất — và khó nhận ra nhất

MỤC 11.24

LED Volume — cấu tạo và thông số chọn

- Về bản chất là một màn hình tự phát sáng ghép từ mô-đun
- Mọi điều đã học ở Phần B đều áp dụng cho nó
- Cộng thêm ba vấn đề riêng: kích thước, khoảng cách máy quay, đồng bộ
- Ba tham số đầu vào quyết định cả bài toán điện lẫn bài toán mạng



MỤC 11.24.3

Tường chính 15 × 6 mét — các con số theo bước điểm ảnh

Bước điểm ảnh	Số điểm ảnh	Tổng	So với UHD	Dữ liệu ở 60 hình/s, 10 bit
1,5 mm	10.000 × 4.000	40,0 triệu	4,8 lần	72,0 Gbit/s
1,9 mm	7.895 × 3.158	24,9 triệu	3,0 lần	44,9 Gbit/s
2,6 mm	5.769 × 2.308	13,3 triệu	1,6 lần	24,0 Gbit/s
3,9 mm	3.846 × 1.538	5,9 triệu	0,7 lần	10,6 Gbit/s

Ngay cả ở bước thô nhất, tốc độ dữ liệu đã vượt một đường mười gigabit. Đó là lý do hệ tường LED dùng nhiều bộ xử lý chạy song song.

Tình huống: Ai đó đề nghị dựng một tường LED 15 × 6 mét.
Hai phép tính đầu tiên phải làm là gì?

1. Bài toán ĐIỆN: 90 m² × 350 W/m² = **31,5 kW** trung bình
2. Công suất ĐỈNH gấp khoảng ba lần: **95 kW** khi toàn tường trắng
3. Cộng hệ điều hoà tương ứng — gần như toàn bộ công suất ấy thành NHIỆT trong trường quay
4. Bài toán MẠNG: ở bước 2,6 mm và 60 hình/giây, **24 Gbit/s**

Kết luận nghề: Hai con số này quyết định phương án có khả thi hay không, và chúng phải được tính TRƯỚC mọi thứ khác.

MỤC 11.24.4

Chọn bước điểm ảnh theo CỠ CẢNH sẽ quay

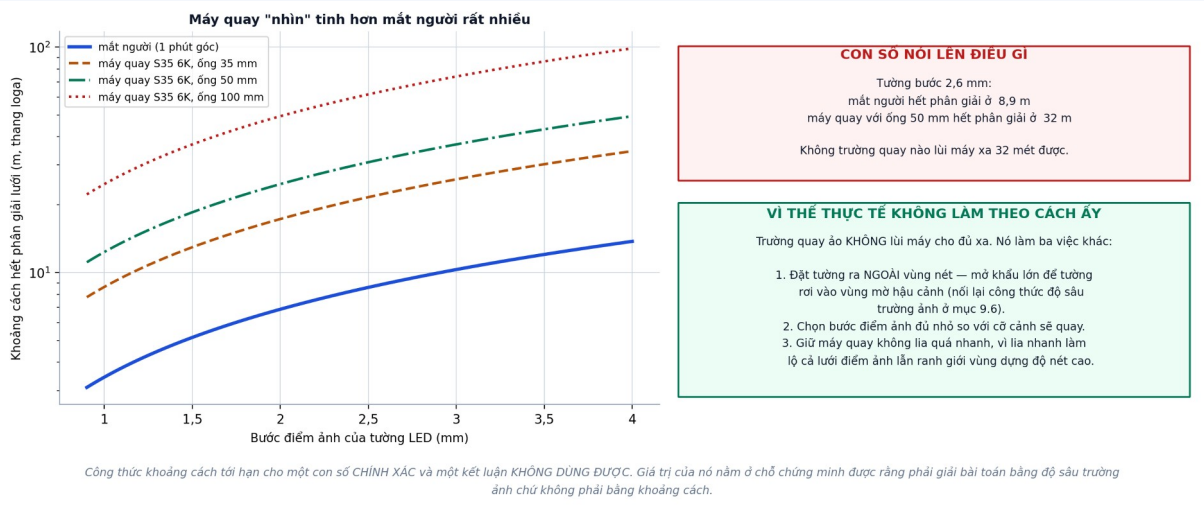
Bước điểm ảnh	Cỡ cảnh quay được	Loại sản phẩm điển hình
Dưới 1,5 mm	Cận cảnh có người hoặc sản phẩm ngay trước tường	Phim truyện, quảng cáo sản phẩm, quảng cáo xe hơi
1,9 – 2,3 mm	Trung cảnh, diễn viên có tương tác với nền	Truyền hình, phim truyện, video ca nhạc
2,6 – 2,9 mm	Toàn cảnh, tường chỉ làm nền xa	Video doanh nghiệp, chương trình trường quay
Trên 3,0 mm	Chỉ làm phông nền rất xa hoặc nguồn sáng môi trường	Nền cho cảnh ngoại; tấm hắt sáng động

Chọn theo CỠ CẢNH, không chọn theo "càng nhỏ càng tốt". Trường quay chỉ làm chương trình trường quay mà mua tường 1,2 mm là tiêu tiền vào chỗ không bao giờ dùng tới.

MỤC 11.25

Khoảng cách máy quay và hiện tượng lộ lưới

- Dùng lại công thức (11.13), chỉ thay góc phân giải α
- Máy quay nhìn tinh hơn mắt người rất nhiều
- Công thức cho một con số CHÍNH XÁC và một kết luận KHÔNG DÙNG ĐƯỢC
- Thực tế giải bài toán bằng ba cách khác



Công thức khoảng cách tới hạn cho một con số CHÍNH XÁC và một kết luận KHÔNG DÙNG ĐƯỢC. Giá trị của nó nằm ở chỗ chứng minh được rằng phải giải bài toán bằng độ sâu trường ảnh chứ không phải bằng khoảng cách.

Khoảng cách hết phân giải lưới — mắt và máy quay

Người hoặc thiết bị nhìn	Góc phân giải	Tường 1,5 mm	Tường 2,6 mm
Mắt người	1 phút góc	5,2 m	8,9 m
Máy quay S35 6K, ống 35 mm	116 phần triệu rad	13 m	22 m
Máy quay S35 6K, ống 50 mm	81 phần triệu rad	19 m	32 m
Máy quay S35 6K, ống 100 mm	41 phần triệu rad	37 m	64 m

Không trường quay nào lùi máy xa 32 mét được — càng không lùi được 64 mét.

MỤC 11.25.2

Thực tế giải bài toán ấy bằng ba cách

- **1 — Đặt tường ra NGOÀI vùng nét.** Mở khẩu lớn để độ sâu trường ảnh nông, sao cho tường rơi vào vùng mờ hậu cảnh. Lưới bị làm nhoè ngay trong ống kính, trước khi tới cảm biến. Đây chính là công thức độ sâu trường ảnh ở **mục 9.6** dùng vào một việc mà chương ấy chưa nói tới.

- **2 — Chọn bước điểm ảnh đủ nhỏ so với cỡ cảnh.** Không đưa lưới ra ngoài khả năng phân giải của máy quay, mà đưa nó xuống dưới mức gây khó chịu ở cỡ cảnh sẽ quay.

- **3 — Giữ máy quay không lia quá nhanh.** Lia nhanh làm lộ cả lưới điểm ảnh lẫn ranh giới giữa vùng dựng độ phân giải cao và vùng ngoài.

Sọc vân moiré — cùng một hiện tượng đã học ở Chương 8

- Khi lưới điểm ảnh của tường và lưới của cảm biến gần bằng nhau về **tần số không gian**, hai lưới giao thoa và sinh một mạng vân rất rõ.
- Đây chính là hiện tượng **chồng phổ** đã học ở mục 8.3.2, lần này xảy ra trong không gian hai chiều.
- Vì thế cách xử lý cũng giống: **làm nhoè tín hiệu TRƯỚC khi lấy mẫu**. Ở máy quay là bộ lọc quang thông thấp; ở trường quay ảo là độ sâu trường ảnh nông.
- Ba việc bổ sung: hơi xoay tường vài độ so với mặt phẳng cảm biến · tránh tiêu cự rơi vào vùng cộng hưởng · thêm một lượng nhiễu rất nhỏ vào hình nền.

CHỌN BƯỚC ĐIỂM ẢNH THEO CỠ CẢNH

Dưới 1,5 mm	1,9 – 2,3 mm	2,6 – 2,9 mm	Trên 3,0 mm
Cận cảnh có người hoặc sản phẩm ngay trước tường. Phim truyện, quảng cáo sản phẩm, xe hơi.	Trung cảnh, diễn viên có tương tác với nền. Truyền hình, phim truyện, video ca nhạc.	Toàn cảnh, tường chỉ làm nền xa. Video doanh nghiệp, chương trình trường quay.	Chỉ làm phông nền rất xa hoặc nguồn sáng môi trường. Không quay thẳng vào tường ở cỡ cảnh nào.

BƯỚC ĐIỂM ẢNH CÀNG NHỎ THÌ CÀNG ĐẮT — VÀ CHI PHÍ TĂNG THEO BÌNH PHƯƠNG

Giảm bước từ 2,6 mm xuống 1,3 mm là gấp BỐN lần số điốt trên cùng một mét vuông, kéo theo gấp bốn số kênh điều khiển, gấp bốn tốc độ dữ liệu và tăng mạnh công suất. Vì thế chọn bước điểm ảnh là quyết định tốn tiền nhất của cả trường quay ảo.

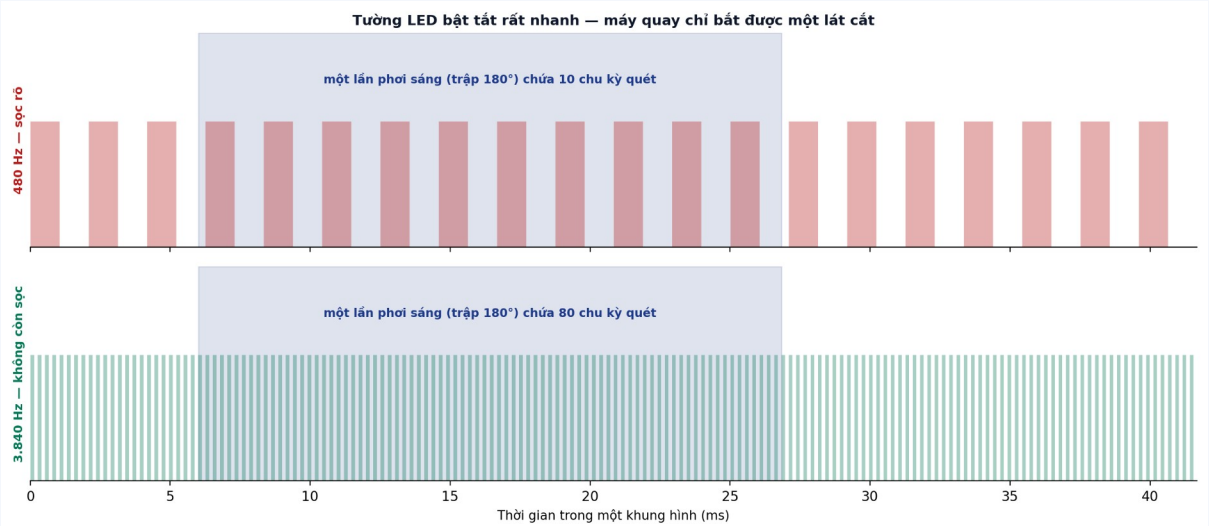
Bảng này chọn theo CỠ CẢNH sẽ quay, không chọn theo "càng nhỏ càng tốt". Một trường quay chỉ làm chương trình trường quay mà mua tường 1,2 mm là tiêu tiền vào chỗ không dùng tới.

Bảng chọn bước điểm ảnh theo cỡ cảnh

MỤC 11.26

Đồng bộ máy quay với tường LED

- Tường LED tạo mức sáng bằng cách BẬT TẮT — như gương vi cơ
- Mắt lấy trung bình nên không thấy gì; máy quay thì thấy sọc
- Dẫn ra được con số 3.840 Hz mà bản gốc nêu
- Bốn thiết bị phải chạy chung một nhịp



Tường LED tạo mức sáng bằng cách bật tắt, giống hệt gương vi cơ của máy chiếu. Mắt lấy trung bình nên không thấy gì; máy quay chỉ mở trập trong một phần khung hình nên bắt được số chu kỳ khác nhau ở mỗi hàng — thành sọc. Muốn có ít nhất 80 chu kỳ trong một lần phơi sáng ở 24 hình/giây, trập 180°, cần tần số quét từ 3.840 Hz trở lên. Đó chính là nguồn gốc con số 3.840 Hz mà bản gốc nêu.

CÔNG THỨC (11.14)

Tần số quét tối thiểu của tường LED

$$f_{\text{scan}} \geq N \cdot f_{\text{fr}} \cdot \frac{360^\circ}{\theta_{\text{sh}}}$$

- N — số chu kỳ quét tối thiểu muốn có trong MỘT lần phơi sáng
- f_fr — tần số hình; θ_sh — góc trập
- Lấy N = 80: mức mà chênh lệch một chu kỳ chỉ còn hơn một phần trăm
- Góc trập HẸP đòi tần số quét CAO hơn — vì thời gian phơi sáng ngắn lại mà số chu kỳ cần vẫn thế

Tình huống: Bản gốc giáo trình nêu con số 3.840 Hz như một con số phải nhớ.
Dẫn ra nó từ công thức.

1. Quay 24 hình/giây, góc trập 180°

2. Thời gian phơi sáng: (180 ÷ 360) ÷ 24 = 1/48 giây = **20,83 ms**

3. Muốn có N = 80 chu kỳ trong khoảng ấy

4. f_scan ≥ 80 × 24 × (360 ÷ 180) = **3.840 Hz**

Kết luận nghề: Đúng bằng con số bản gốc nêu. Điều quan trọng không phải là khớp con số, mà là từ nay tính được nó cho MỌI trường hợp khác.

MỤC 11.26.2

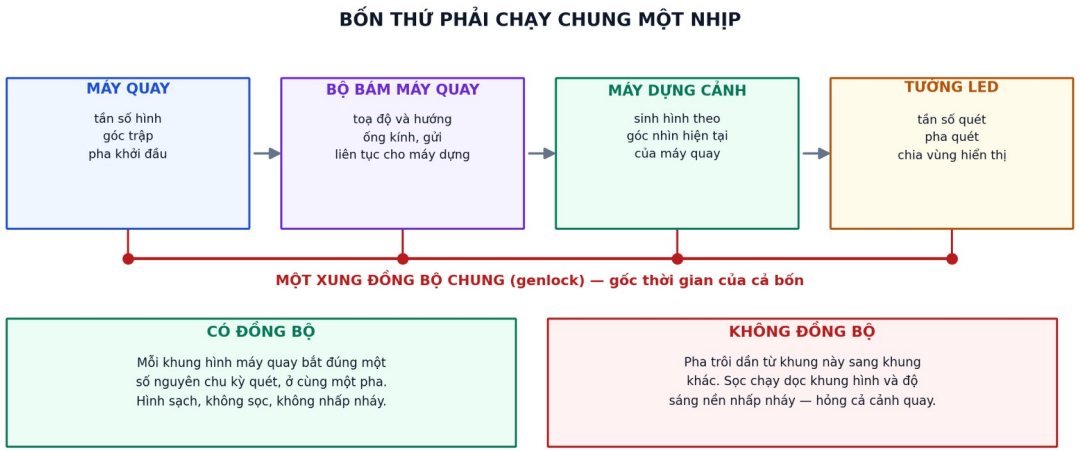
Tần số quét tối thiểu theo (11.14), với N = 80

Tần số hình	Góc trập	Thời gian phơi sáng	Tần số quét cần
24 hình/giây	180°	20,83 ms	3.840 Hz
25 hình/giây	180°	20,00 ms	4.000 Hz
30 hình/giây	180°	16,67 ms	4.800 Hz
24 hình/giây	90°	10,42 ms	7.680 Hz
48 hình/giây	180°	10,42 ms	7.680 Hz
60 hình/giây	180°	8,33 ms	9.600 Hz

Không phải mọi tường LED đều đạt được tần số quét tuỳ ý — đây là thông số phải kiểm tra TRƯỚC khi lên kế hoạch quay.

MỤC 11.26.3

Bốn thiết bị phải chạy chung một nhịp



Vùng máy quay đang nhìn được dựng ở độ phân giải cao, phần ngoài vùng dựng thấp hơn để tiết kiệm. Chính vì thế bộ bám máy quay phải chạy đúng nhịp: lia nhanh mà bộ bám trễ một khung là ranh giới giữa hai vùng lộ ngay trong hình.

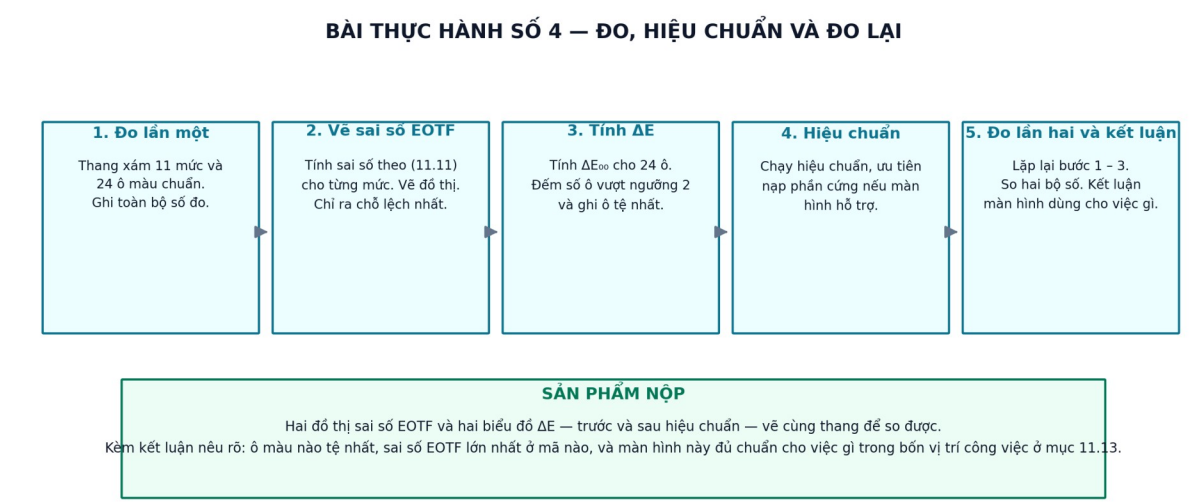
- **Máy quay** — tần số hình, góc trập, và PHA khởi đầu của mỗi lần phơi sáng.
- **Tường LED** — tần số quét, pha quét, cách chia vùng hiển thị.
- **Máy dựng cảnh** — tần số sinh hình phải bằng tần số hình của máy quay.
- **Bộ bám máy quay** — tốc độ cập nhật và ĐỘ TRỄ. Nếu trễ một khung thì hậu cảnh "trượt" so với tiền cảnh, phá hoàn toàn ảo giác không gian.

Một xung đồng bộ chung là gốc thời gian của cả bốn

THỰC HÀNH 11.27

Bài thực hành số 4
Đo, hiệu chuẩn và đo lại

- Gộp cả ba phép kiểm và phần hiệu chuẩn thành một chu trình khép kín
- Đo → vẽ sai số → tính ΔE → hiệu chuẩn → đo lại → kết luận
- Chứng minh bằng số đo rằng hiệu chuẩn có tác dụng
- Chỗ chấm điểm cao nhất: phân biệt lỗi hiệu chuẩn với giới hạn vật lý



Nếu khoa chưa có đầu đo, dùng bộ số đo mẫu in kèm trong giáo trình: toàn bộ phần tính toán, vẽ đồ thị và kết luận — tức là phần có giá trị sư phạm — vẫn giữ nguyên.

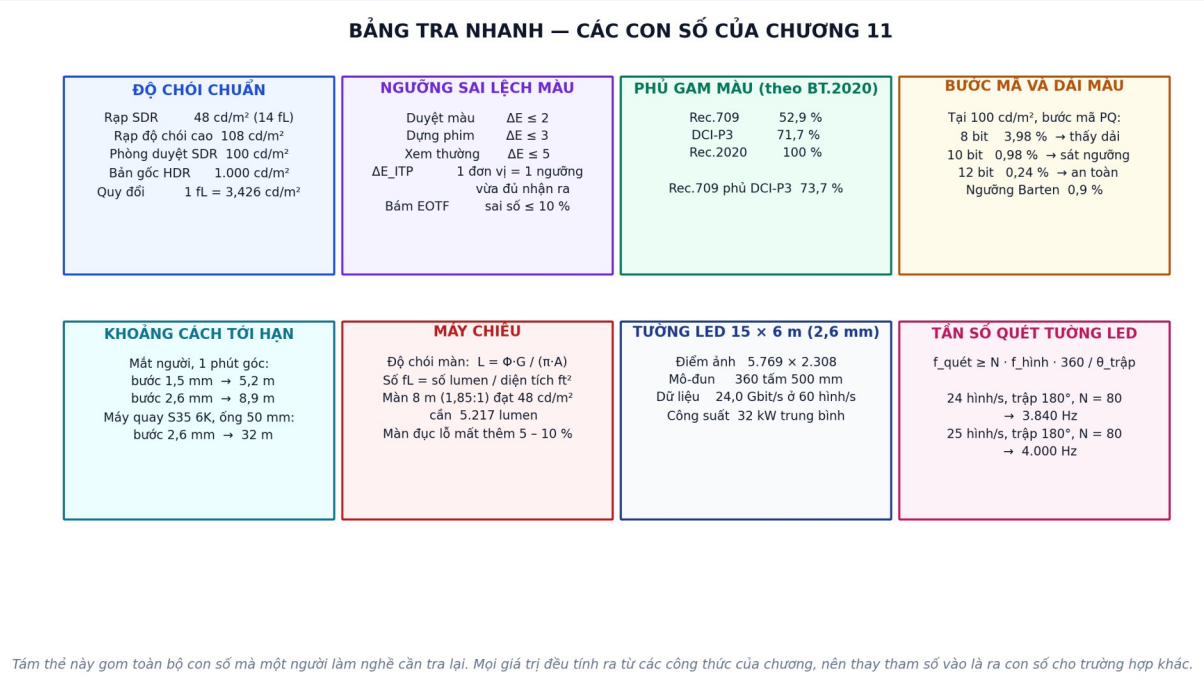
Sản phẩm nộp và chỗ chấm điểm cao nhất

- **Điều kiện đo** — như bài số 1, cộng thêm loại đầu đo và loại tấm nền mà đầu đo được hiệu chỉnh cho.
- **Hai đồ thị sai số EOTF** — trước và sau hiệu chuẩn, vẽ cùng thang để so được.
- **Hai biểu đồ ΔE** — cùng thang, có kẻ đường ngưỡng 2 và ngưỡng 3.
- **Kết luận** — ô màu nào tệ nhất; sai số EOTF lớn nhất ở mã nào; chỗ nào hiệu chuẩn sửa được và chỗ nào không, kèm lý do; màn hình đủ chuẩn cho vị trí công việc nào trong bốn vị trí ở mục 11.13.
- *Phần đáng giá nhất: phân biệt được LỖI HIỆU CHUẨN với GIỚI HẠN VẬT LÝ. Sai số âm lớn ở vùng mã cao là màn hình hết công suất, không phải hiệu chuẩn sai.*

TỔNG KẾT 11.28

Bảng tra nhanh và tổng kết chương

- Tám thẻ gom toàn bộ con số mà người làm nghề cần tra lại
- Mọi giá trị đều tính ra từ mười bốn công thức của chương
- Thay tham số vào là ra con số cho trường hợp khác
- Trả lời lại bốn câu hỏi mở đầu



Tám thẻ này gom toàn bộ con số mà một người làm nghề cần tra lại. Mọi giá trị đều tính ra từ các công thức của chương, nên thay tham số vào là ra con số cho trường hợp khác.

MỤC 11.28.1

Mười bốn công thức của chương

Số hiệu	Công thức	Trả lời câu hỏi gì
(11.1)	Tỉ số tương phản, có và không có ánh sáng lạc	Tương phản thật của màn hình trong phòng này là bao nhiêu
(11.2)	Định luật Malus	Vì sao van tinh thể lỏng không bao giờ đóng kín
(11.3)	Độ chói theo tỉ lệ cửa sổ	Màn hình tự phát sáng này sáng bao nhiêu khi toàn màn trắng
(11.4)	Phủ gam màu theo diện tích	Màn hình phủ được bao nhiêu phần trăm gam đích
(11.5)	Sai lệch màu ΔE_{oo}	Màu đo được lệch bao nhiêu, ở dải động chuẩn
(11.6)	Sai lệch màu ΔE_ITP theo BT.2124	Màu đo được lệch bao nhiêu, ở HDR và gam rộng
(11.7)	Độ chói màn ảnh từ quang thông	Máy chiếu này lên màn ấy cho bao nhiêu cd/m²
(11.8)	Quang thông cần thiết	Phòng này cần máy chiếu bao nhiêu lumen
(11.9)	Quy đổi fL và công thức của ngành rạp	Chuẩn 14 fL bằng bao nhiêu nit; tính nhẩm lumen
(11.10)	Tỉ số chiếu	Phòng sâu thế này, màn rộng thế kia thì cần ống kính nào
(11.11)	Sai số bám đường EOTF	Màn hình bám đường chuẩn tới mã nào thì bắt đầu lệch
(11.12)	Bước mã và ngưỡng Barten	Mấy bit là đủ để không thấy dải màu
(11.13)	Khoảng cách tới hạn theo góc phân giải	Cách bao xa thì hết thấy lưới — cho mắt và cho máy quay
(11.14)	Tần số quét tường LED	Tần số quét bao nhiêu thì không còn sọc trong khung hình

MỤC 11.28.2

Trả lời lại bốn câu hỏi mở đầu

TRẢ LỜI LẠI BỐN CÂU HỎI MỞ ĐẦU CHƯƠNG

Màn hình làm ra ánh sáng bằng cách nào?

Bằng một trong BA nguyên lý: tự phát sáng, chắn ánh sáng của đèn nền, hoặc chiếu ra màn ảnh.

Nguyên lý quyết định gần như toàn bộ điểm mạnh và điểm yếu — nắm nguyên lý thì suy ra được bảng thông số.

Nó với tới đâu?

Đọc bằng HAI con số độ chói chứ không phải một: đỉnh trên cửa sổ nhỏ và toàn màn. Đọc gam màu bằng số PHỦ chứ không phải tỉ số diện tích.

Và đọc độ sâu bit là bit THẬT của tấm nền.

Nó lệch chuẩn bao nhiêu, đo bằng gì?

Ba phép kiểm: bám EOTF, sai lệch màu, độ đồng đều.

ΔE_{00} cho dải chuẩn, ΔE_{ITP} cho HDR gam rộng. Đầu đo phổ để chuẩn hoá, đầu đo ba kích thích để dùng hằng ngày.

Còn dùng được cho việc gì?

Bốn vị trí công việc, bốn yêu cầu khác hẳn nhau: dựng, duyệt màu, khách xem, hiện trường.

Không có màn hình nào tốt cho cả bốn. Chọn màn hình là chọn theo VIỆC.

MỘT CÂU ĐỂ MANG RA KHỎI CHƯƠNG

Mười chương trước dạy cách giữ cho tín hiệu đúng. Chương này cho thấy tất cả công sức ấy đi qua một cửa duy nhất ở cuối cùng: cái màn hình mà người ta ra quyết định trên đó.

Một phòng dựng đo sáng chuẩn, chỉnh màu chuẩn, mà màn hình lệch ΔE bằng 6 thì mọi quyết định về màu trong phòng ấy đều sai — sai một cách nhất quán, và vì thế không ai phát hiện ra cho tới lúc bản phim được chiếu ở nơi khác.

Trả lời lại bốn câu hỏi mở đầu chương

Chốt Chương 11

Ba nguyên lý phát ảnh quyết định gần như toàn bộ điểm mạnh, điểm yếu — nắm nguyên lý thì suy ra được bảng thông số.

Hiệu chuẩn phần cứng không mất bậc màu; hiệu chuẩn phần mềm thì có. Màn hình duyệt màu phải hỗ trợ phần cứng.

Đọc độ chói bằng HAI con số; gam màu bằng số PHỦ; độ sâu bit là bit THẬT của tấm nền.

Chuẩn rạp 48 cd/m² là một CHUẨN, không phải giới hạn. Ánh sáng lạc phá tương phản nhanh hơn mọi thứ khác.

Ba phép kiểm bắt buộc: bám EOTF, sai lệch màu, độ đồng đều. ΔE_{oo} cho dải chuẩn, ΔE_ITP cho HDR gam rộng.

Tường LED: ba tham số đầu vào quyết định cả bài toán điện lẫn bài toán mạng, và bước điểm ảnh chọn theo CỠ CẢNH.

Một phòng làm nghề nghiêm túc
bắt đầu bằng việc mua một cái ĐẦU ĐO

chứ không phải bằng việc mua một cái màn hình đắt tiền

Hết Chương 11

Chương 12: trí tuệ nhân tạo và công nghệ mới trong sản xuất nội dung số