

TCVN 7318 –3 : 2003

ISO 9241–3 : 1992

**YÊU CẦU VỀ ECGÔNÔMI ĐỐI VỚI CÔNG VIỆC
VĂN PHÒNG CÓ SỬ DỤNG THIẾT BỊ HIỂN THỊ (VDT) –
Phần 3: YÊU CẦU VỀ HIỂN THỊ**

Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) –

Part 3: Visual display requirements

HÀ NỘI – 2008

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Định nghĩa	5
3 Nguyên tắc hướng dẫn	7
4 Yêu cầu về tính năng	8
5 Yêu cầu về thiết kế và khuyến cáo	8
5.1 Khoảng cách nhìn thiết kế	8
5.2 Góc ngắm	8
5.3 Góc nhìn	9
5.4 Chiều cao ký tự	9
5.5 Độ rộng nét	9
5.6 Tỷ lệ chiều rộng/chiều cao ký tự	9
5.7 Điều biến vạch quét và hệ số lấp đầy	10
5.8 Định dạng ký tự	11
5.9 Tính đồng nhất cỡ ký tự	11
5.10 Khoảng cách ký tự	11
5.11 Khoảng cách từ	11
5.12 Khoảng cách dòng	12
5.13 Tính tuyến tính	12
5.14 Tính vuông góc	14
5.15 Độ chói hiển thị	14
5.16 Tương phản độ chói	14
5.17 Cân bằng độ chói	14
5.18 Độ lóa	14
5.19 Phân cực ảnh	15
5.20 Tính đồng nhất của độ chói	15
5.21 Mã hóa bằng độ chói	15

TCVN 7318-3 : 2003

5.22	Mã hóa nhấp nháy	15
5.23	Độ không ổn định theo thời gian (nhấp nháy)	15
5.24	Độ không ổn định theo không gian (giật ảnh)	16
5.25	Màu ảnh trên màn hình	16
6	Điều kiện đo và các qui ước	16
6.1	Điều kiện đo	16
6.2	Yêu cầu đối với phép đo quang	17
6.3	Đặt độ chói hiển thị	21
6.4	Vị trí đo	21
6.5	Khoảng cách màn hình	22
6.6	Các phép đo cụ thể	22
7	Sự phù hợp	27
	Phụ lục A (tham khảo) – Kỹ thuật phân tích để dự đoán độ nhấp nháy màn hình	29
	Phụ lục B (tham khảo) – Phương pháp thực nghiệm để đánh giá độ không ổn định theo không gian và thời gian (giật ảnh và nhấp nháy) của màn hình	36
	Phụ lục C (tham khảo) – Phương pháp thử nghiệm so sánh tính năng cho người sử dụng	37
	Phụ lục D (tham khảo) – Tài liệu tham khảo	45

Lời nói đầu

TCVN 7318-3 : 2003 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn ISO 9241-3 : 1992;

TCVN 7318-3 : 2003 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC/E10 Công nghệ thông tin biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Yêu cầu về ergonomi đối với công việc văn phòng có sử dụng thiết bị hiển thị (VDT) – Phần 3: Yêu cầu về hiển thị

*Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) –
Part 3: Visual display requirements*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về chất lượng ảnh để thiết kế và đánh giá VDT đơn sắc và màu. Các yêu cầu được nêu dưới dạng các quy định kỹ thuật về tính năng, còn việc đánh giá đưa ra các phương pháp thử nghiệm và các phép đo về sự phù hợp. Cần lưu ý rằng hiện tại các khuyến cáo đều dựa trên bảng chữ cái gốc La Tinh, Xirin, Hi Lạp và chữ số Ả-rập.

Các yếu tố khác có ảnh hưởng đến tính năng và tiện nghi là mã hóa, định dạng và cách thể hiện thông tin. Ngoài khía cạnh hiển thị, tiêu chuẩn này không đề cập đến các khía cạnh khác.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thiết kế ergonomi của hiển thị điện tử dùng cho công việc văn phòng. Công việc văn phòng bao gồm các hoạt động như nhập dữ liệu, xử lý văn bản và yêu cầu tương tác nhưng không bao gồm các khuyến cáo dùng cho các ứng dụng cụ thể khác như thiết kế có máy tính hỗ trợ hoặc kiểm soát quá trình.

Các ứng dụng này sẽ được đưa vào các khuyến cáo riêng.

2 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây.

2.1 Góc nhìn: Góc giữa đường ngắm và đường vuông góc với bề mặt hiển thị tại điểm đường ngắm cắt bề mặt ảnh của hiển thị.

2.2 Phong chống răng cưa: Các ký tự chữ-số có sử dụng kỹ thuật làm nhẵn mép ký tự.

2.3 Khoảng cách ký tự: Khoảng cách giữa hai ký tự liền kề theo chiều ngang tại điểm gần nhau nhất của hai ký tự đó.

2.4 Khoảng cách dòng: Khoảng cách giữa hai ký tự liên kế theo chiều dọc tại điểm gần nhau nhất của hai ký tự đó.

2.5 Khoảng cách từ: Khoảng cách giữa hai từ liên kế theo chiều ngang tại điểm gần nhau nhất của hai từ đó.

2.6 Mã nhấp nháy: Thông tin được thể hiện bằng sự thay đổi độ chói của ảnh theo thời gian.

2.7 Định dạng ký tự: Số lượng phần tử theo chiều ngang và chiều dọc trong ma trận dùng để định dạng một ký tự.

2.8 Chiều cao ký tự: Khoảng cách giữa mép trên và mép dưới của một chữ cái hoa không có dấu.

2.9 Tính đồng nhất cỡ ký tự: Sự không thay đổi về cỡ của một ký tự cụ thể tại các vị trí khác nhau trên màn hình.

2.10 Độ rộng ký tự: Khoảng cách theo chiều ngang giữa các mép tại phần rộng nhất của một chữ cái hoa (không kể chân chữ).

2.11 Tỷ lệ chiều rộng–chiều cao ký tự: Tỷ lệ giữa chiều rộng và chiều cao ký tự.

2.12 Khoảng cách nhìn thiết kế: Khoảng cách hoặc dãy khoảng cách (do nhà cung ứng qui định) giữa màn hình và mắt người sử dụng theo đó ảnh trên màn hình thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này, ví dụ như cỡ ký tự, điều biến vạch quét, hệ số lấp đầy, độ không ổn định theo không gian (giật ảnh) và độ không ổn định theo thời gian (nhấp nháy).

2.13 Dấu phụ: Dấu bổ nghĩa đặt gần hoặc cắt qua một ký tự để chỉ ra sự khác biệt về giá trị ngữ âm của ký tự đã cho với ký tự không có dấu.

2.14 Độ chói hiển thị: Độ chói của bức xạ phát ra và phản xạ từ màn hình ứng với độ chói của các ký hiệu ký tự dùng cho các ảnh sáng hơn trên nền tối hơn và độ chói của nền dùng cho các ảnh tối hơn trên nền sáng hơn.

2.15 Hệ số lấp đầy: Phần của tổng diện tích hình học dành cho một điểm ảnh có thể thay đổi để hiển thị thông tin.

2.16 Phân cực ảnh: Quan hệ giữa độ sáng nền và độ sáng ảnh. Các ảnh sáng hơn hiện trên nền tối hơn được coi là phân cực âm, còn các ảnh tối hơn hiện trên nền sáng hơn được coi là phân cực dương.

2.17 Tính dễ nhận biết: Các đặc tính hiển thị của ký tự hoặc ký hiệu xác định sự dễ dàng nhận biết ký tự hoặc ký hiệu đó.

2.18 Đường ngắm: Đường thẳng nối một điểm qui định với tâm của con người.

2.19 Tính tuyến tính: Sự đồng nhất của vạch quét sao cho các hàng và các cột hiện ra thẳng và liên tục.

2.20 Cân bằng độ chói: Tỷ số giữa độ chói của ảnh hiển thị và độ chói đường viền bao quanh nó hoặc các bề mặt nhìn theo trình tự.

2.21 Mã hóa bằng độ chói: Thông tin được thể hiện bằng các độ chói ảnh khác nhau, độc lập theo thời gian.

2.22 Tương phản độ chói: Quan hệ giữa độ chói cao hơn (L_H) và thấp hơn (L_L) xác định nét cần được phân biệt, biểu thị dưới dạng điều biến tương phản (C_m):

$$C_m = \frac{(L_H - L_L)}{(L_H + L_L)}$$

hoặc dưới dạng tỷ số tương phản (CR):

$$CR = \frac{L_H}{L_L}$$

2.23 Tính đồng nhất của độ chói: Sự không thay đổi độ chói giữa các vùng trên màn hình mong muốn có cùng độ chói.

2.24 Tính vuông góc: Các hàng và các cột hiện ra thẳng hàng hoặc vuông góc với nhau về mặt hình học.

2.25 Điểm ảnh: Phần tử nhỏ nhất có thể xác định địa chỉ của hiển thị. Trên màn hình màu, phần tử nhỏ nhất có thể xác định địa chỉ có khả năng tạo nên một dải màu đầy đủ.

2.26 Điều biến vạch quét: Sự thay đổi độ chói tương đối theo không gian từ mức cực đại đến cực tiểu khi tất cả các điểm ảnh đều sáng.

2.27 Tính dễ đọc: Đặc tính của văn bản cho phép dễ dàng phân biệt, nhận biết và hiểu được các nhóm ký tự.

2.28 Sự không ổn định theo không gian; giật ảnh: Sự nhận biết về những thay đổi không mong muốn của các ảnh theo không gian.

2.29 Độ rộng nét: Khoảng cách từ mép này đến mép kia của một nét ký tự; đối với nét đa điểm ảnh, độ rộng nét là độ rộng từ mép ngoài này đến mép ngoài kia của nét ký tự.

2.30 Sự không ổn định theo thời gian; nhấp nháy: Nhận biết về sự thay đổi không mong muốn độ chói theo thời gian.

3 Nguyên tắc hướng dẫn

Hệ thống công việc văn phòng là một thể thống nhất, bao gồm trạm làm việc với màn hình, môi trường, cơ cấu nhiệm vụ, các vấn đề liên quan đến tổ chức và các yếu tố xã hội. Các đặc tính của thiết bị hiển thị phải được xem xét trong mối liên quan với các yếu tố khác của hệ thống công việc chứ không phải là sự tập hợp của các yêu cầu hiển thị tách biệt.

TCVN 7318-3 : 2003

Các yếu tố thiết kế thường ảnh hưởng lẫn nhau theo kiểu tối ưu mặt này làm suy giảm mặt kia. Ví dụ, đối với màn hình CRT thì đó là sự dung hòa giữa độ sáng và độ nét của ký tự. Cần có sự dung hòa để đạt được sự cân bằng chấp nhận được.

Hệ thống công việc tốt cần thỏa mãn các nhu cầu của cá nhân làm việc tại đó. Trong trường hợp cụ thể, điều này có thể đạt được bằng thiết kế theo yêu cầu hoặc bằng cách cung cấp khả năng điều chỉnh thích hợp.

Để có được hiệu quả quan sát và sự thuận tiện trong môi trường văn phòng, chất lượng ảnh cần phải cao hơn đáng kể so với các giá trị ngưỡng để tạo hưng phấn cho cá nhân làm việc. Các khuyến cáo trong tiêu chuẩn này có tính đến vấn đề đó.

4 Yêu cầu về tính năng

Mục đích của tiêu chuẩn này là quy định các yêu cầu đối với VDT mà nếu phù hợp thì sẽ đảm bảo rằng VDT có độ rõ, dễ đọc và thuận tiện khi sử dụng. (Xem điều 7 về sự phù hợp với tiêu chuẩn này và điều 2 về định nghĩa.)

5 Yêu cầu thiết kế và khuyến cáo

5.1 Khoảng cách nhìn thiết kế

Đối với công việc văn phòng thông thường, khoảng cách nhìn thiết kế không được nhỏ hơn 400 mm.

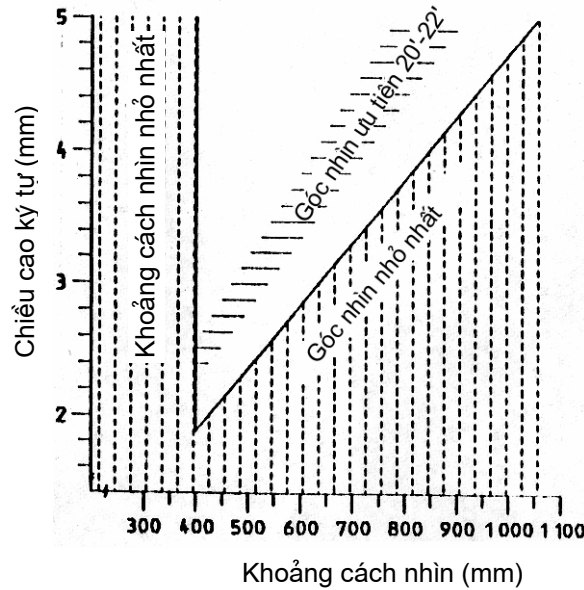
Đối với các ứng dụng nhất định (ví dụ như gán phím mềm lên màn hình cảm giác) thì khoảng cách nhìn thiết kế tối thiểu có thể giảm xuống còn 300 mm.

Các tham số trạm làm việc được đề cập trong ISO 9241-5. Tuy nhiên, thiết kế trạm làm việc cần cho phép sử dụng màn hình trong phạm vi khoảng cách nhìn thiết kế. Nếu công việc đòi hỏi khối lượng đọc hiểu văn bản đáng kể thì tốt nhất là thiết kế trạm làm việc cho phép sử dụng màn hình ở khoảng cách mà chiều cao ký tự tương ứng với góc khoảng từ 20' đến 22'. Hướng dẫn về quan hệ giữa chiều cao ký tự và khoảng cách nhìn đối với chiều cao ký tự trong khoảng từ 2,0 mm đến 5,0 mm được cho trên Hình 1.

Yêu cầu về khoảng cách nhìn (và các yêu cầu khác của tiêu chuẩn này) dựa trên các ký tự thuộc bảng chữ cái gốc La Tinh, Xirin, Hi Lạp và hệ chữ số Ả-rập. Khi hiểu được đầy đủ hơn các yêu cầu hiển thị về tính dễ nhận biết, tính dễ đọc của các bộ ký tự phức tạp hơn, đặc biệt là các ký tự tượng hình thì tiêu chuẩn này sẽ có sửa đổi bổ sung thêm.

5.2 Góc ngắm

Phải có thể đặt màn hình sao cho nhìn thấy các vùng cần phải nhìn liên tục ở góc ngắm giữa mặt phẳng ngang và 60° bên dưới mặt phẳng ngang, xem Hình 2. Yêu cầu này áp dụng cho toàn bộ trạm làm việc.



Hình 1 – Quan hệ giữa khoảng cách nhìn thiết kế và chiều cao ký tự

5.3 Góc nhìn

Nội dung hiển thị cần dễ nhận biết từ góc nhìn bất kỳ đến ít nhất là 40° so với pháp tuyến của bề mặt hiển thị, đo trên mặt phẳng bất kỳ. Nếu không, nhà chế tạo phải qui định góc nhìn giới hạn và phải dễ dàng định hướng lại màn hình để có tính dễ nhận biết (xem Hình 3).

5.4 Chiều cao ký tự

Tốt nhất là chiều cao ký tự ứng với góc trong khoảng từ $20'$ đến $22'$ đối với hầu hết các công việc. Chiều cao ký tự tối thiểu phải ứng với $16'$.

Đối với các ứng dụng mà tính dễ đọc ít quan trọng hơn thì có thể sử dụng các ký tự nhỏ hơn (ví dụ như đối với chú thích, chỉ số trên, chỉ số dưới, v.v...).

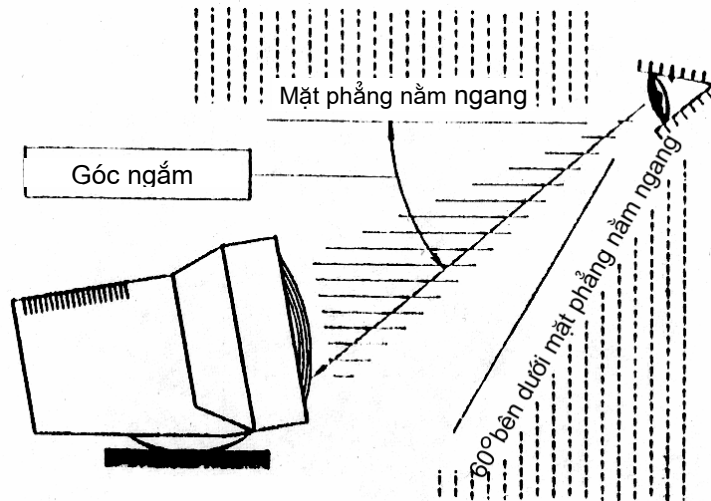
5.5 Độ rộng nét

Độ rộng nét ký tự phải nằm trong dải từ $1/6$ đến $1/12$ chiều cao ký tự.

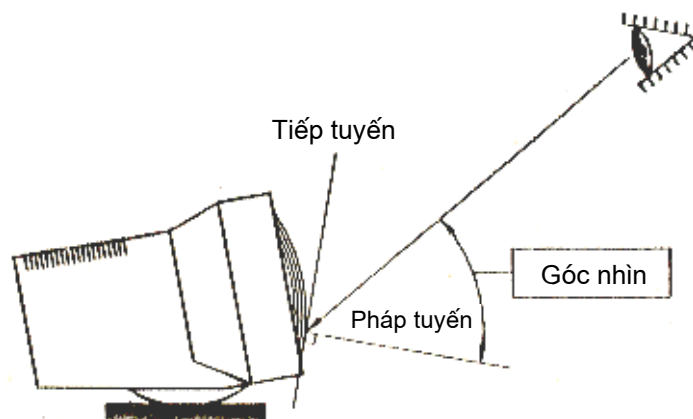
CHÚ THÍCH 1 : Nói chung, độ rộng nét lớn hơn thích hợp với phân cực ảnh dương còn phân cực ảnh âm thích hợp với nét hẹp hơn.

5.6 Tỷ lệ chiều rộng–chiều cao ký tự

Để có tính dễ nhận biết và tính dễ đọc tối ưu, tỷ lệ chiều rộng–chiều cao ký tự khuyến cáo trong khoảng từ $0,7:1$ đến $0,9:1$. Tuy nhiên, đối với các xem xét khác (ví dụ như đoạn đường thẳng, khoảng cách tỷ lệ), tỷ lệ này phải từ $0,5:1$ đến $1:1$.



Hình 2 – Góc ngắm



Hình 3 – Góc nhìn

5.7 Điều biến vạch quét và hệ số lấp đầy

5.7.1 Điều biến vạch quét

Đối với CRT có mật độ điểm ảnh nhỏ hơn 30 điểm ảnh trên một độ (vuông góc với vạch quét, tại khoảng cách nhìn thiết kế), điều biến độ sáng theo phương vuông góc với các đường vạch quét liền kề không được vượt quá $C_m = 0,4$ đối với màn hình đơn sắc và $C_m = 0,7$ đối với màn hình màu khi tất cả các điểm ảnh đều sáng.

CHÚ THÍCH 2: Để có tính dễ nhận biết tốt hơn, khuyến cáo C_m không vượt quá 0,2 đối với cả hai loại màn hình.

5.7.2 Hệ số lấp đầy

Đối với hiển thị ma trận không có CRT có mật độ điểm ảnh nhỏ hơn 30 điểm ảnh trên một độ tại khoảng cách nhìn thiết kế thì hệ số lấp đầy ít nhất phải là 0,3.

5.8 Định dạng ký tự

Ma trận ký tự gồm 5 điểm ảnh x 7 điểm ảnh (chiều rộng x chiều cao) phải là khuôn nhỏ nhất để biểu diễn số và chữ viết hoa.

Ma trận ký tự gồm 7 điểm ảnh x 9 điểm ảnh (chiều rộng x chiều cao) phải là khuôn nhỏ nhất dùng cho các công việc đòi hỏi đọc hiểu liên tục nội dung văn bản hoặc khi tính dễ nhận biết của từng ký tự chữ cái riêng biệt là quan trọng, ví dụ như việc đọc bông.

Ma trận ký tự phải tăng thêm ít nhất là hai điểm ảnh về phía trên nếu sử dụng dấu phụ. Nếu sử dụng chữ thường thì ma trận ký tự phải tăng thêm ít nhất là hai điểm ảnh về phía dưới để chứa phần đuôi của các chữ cái thường (xem Hình 4).

Với ma trận ký tự có mật độ điểm ảnh cao hơn thì số lượng điểm ảnh dành cho dấu phụ cần tuân theo thiết kế qui ước cho văn bản in.

Ma trận ký tự gồm 4 điểm ảnh x 5 điểm ảnh (chiều rộng x chiều cao) phải là khuôn nhỏ nhất dùng cho chỉ số trên và chỉ số dưới và cho tử số, mẫu số của các phân số hiển thị tại một vị trí ký tự. Ma trận này cũng có thể dùng cho các thông tin ký tự chữ–số không liên quan đến công việc của người sử dụng, ví dụ như thông tin về bản quyền.

Với kỹ thuật ma trận không điểm, cần phải thể hiện các hình dạng ký tự tương đương.

5.9 Tính đồng nhất cỡ ký tự

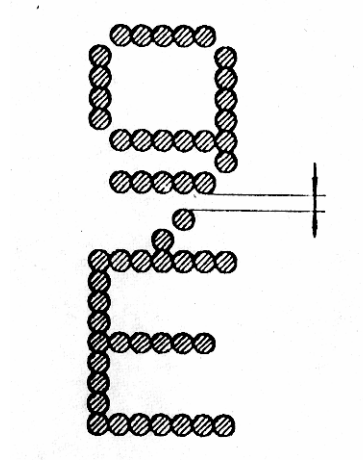
Chiều cao và chiều rộng của một ký tự cụ thể thuộc một phông chữ cụ thể không được dao động quá $\pm 5\%$ chiều cao ký tự (xem 6.6.1) của bộ ký tự đó, không xét đến vị trí hiển thị trên màn hình.

5.10 Khoảng cách ký tự

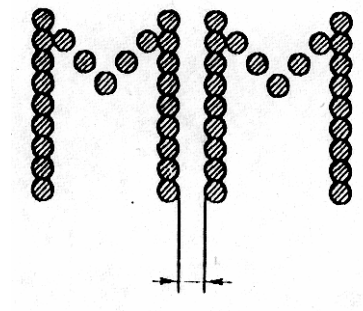
Đối với các phông chữ không có chân, khoảng cách ký tự ít nhất phải bằng chiều rộng của một nét ký tự hoặc một điểm ảnh (xem Hình 5). Nếu ký tự có chân thì khoảng cách ký tự giữa chân của các ký tự liền kề ít nhất phải bằng một điểm ảnh.

5.11 Khoảng cách từ

Khoảng cách giữa các từ ít nhất phải bằng độ rộng của một ký tự (dùng chữ “N” hoa làm tỷ lệ khoảng cách).



Hình 4 – Khoảng cách dòng



Hình 5 – Khoảng cách ký tự

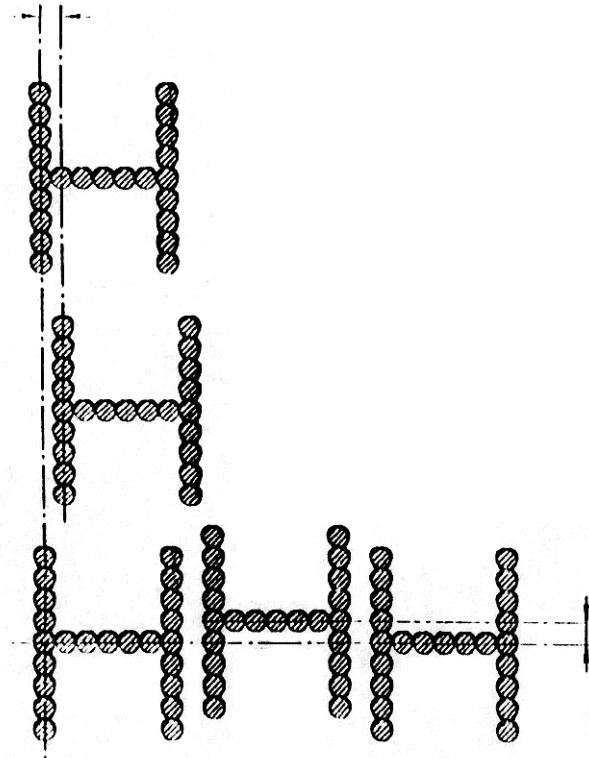
5.12 Khoảng cách dòng

Khoảng cách giữa các dòng của văn bản ít nhất phải bằng một điểm ảnh. Khoảng này không được phép chứa các phần ký tự hoặc dấu phụ nhưng có thể chứa đường gạch chân (xem Hình 4).

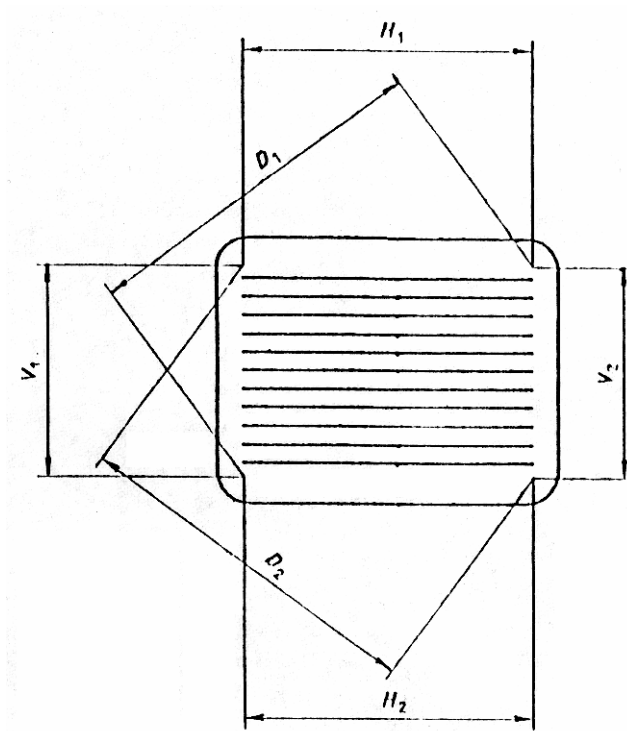
5.13 Tính tuyến tính

Xem Hình 6. Phải đáp ứng hai điều kiện dưới đây.

- Đối với các hàng và các cột khác nhau, chênh lệch độ dài không được vượt quá 2 % chiều dài của hàng hoặc cột đó.
- Sự dịch chuyển theo chiều ngang của một vị trí ký hiệu so với các vị trí ký hiệu ngay bên trên và bên dưới nó không được thay đổi quá 5 % chiều rộng ký tự. Sự dịch chuyển theo chiều dọc của một vị trí ký hiệu so với các vị trí ký hiệu bên phải và bên trái nó không được thay đổi quá 5 % chiều cao ký tự.



Hình 6 – Tính tuyến tính



Chiều ngang: $\frac{|H_1 - H_2|}{0,5 (H_1 + H_2)}$

Chiều dọc: $\frac{|V_1 - V_2|}{0,5 (V_1 + V_2)}$

Đường chéo: $\frac{|D_1 - D_2|}{0,5 (D_1 + D_2)}$

Hình 7 – Tính vuông góc

5.14 Tính vuông góc

Xem Hình 7. Vùng có thể xác định địa chỉ của màn hình phải là hình chữ nhật và phải thỏa mãn các điều kiện dưới đây.

- a) Tỷ số giữa hiệu độ dài của hai cạnh theo chiều ngang, $|H_1 - H_2|$ và độ dài trung bình của hai cạnh đó, $0,5 (H_1 + H_2)$, không được vượt quá 0,02.
- b) Tỷ số giữa hiệu độ dài của hai cạnh theo chiều dọc, $|V_1 - V_2|$ và độ dài trung bình của hai cạnh đó, $0,5 (V_1 + V_2)$, không được vượt quá 0,02.
- c) Tỷ số giữa hiệu độ dài của hai đường chéo, $|D_1 - D_2|$ và độ dài trung bình của hai đường chéo đó, $0,5 (D_1 + D_2)$, không được vượt quá 0,04 lần tỷ số giữa độ dài trung bình các cạnh ngắn hơn (chiều dọc hoặc chiều ngang, tùy theo hướng) và độ dài trung bình của các cạnh dài hơn (chiều dọc hoặc chiều ngang).

5.15 Độ chói hiển thị

Theo quan điểm về giới hạn độ nhạy của thị giác, màn hình phải có khả năng hiển thị độ chói ít nhất là 35 cd/m². Đối với màn hình áp dụng các yêu cầu của 5.7.2 (hệ số lấp đầy) thì phải đạt được độ chói cao nhất của hiển thị. Nếu sử dụng mã hóa bằng độ chói thì độ chói nhỏ nhất qui định là 35 cd/m².

CHÚ THÍCH 3: Người thao tác thường ưa dùng độ chói hiển thị cao hơn (ví dụ 100 cd/m²), đặc biệt trong điều kiện độ chói xung quanh cao.

5.16 Tương phản độ chói

Tương phản độ chói nhỏ nhất của các chi tiết ký tự, trong hoặc giữa các ký tự có liên quan đến tính dễ nhận biết phải là

$$C_m = 0,5 \text{ (điều biến tương phản) hoặc}$$

$$CR = 3:1 \text{ (tỷ lệ tương phản)}$$

5.17 Cân bằng độ chói

Tỷ lệ độ chói trung bình của các vùng công việc thường xuyên được quan sát theo trình tự (ví dụ: màn hình, văn bản, v.v...) cần nhỏ hơn 10:1. Đối với một trường hiển thị tĩnh tại, tỷ lệ cao hơn đáng kể độ chói không gian trung bình giữa vùng làm việc và không gian xung quanh (ví dụ: vỏ bọc màn hình, tường phòng, v.v...) không nên có bất cứ ảnh hưởng bất lợi nào. Tuy nhiên, tỷ lệ độ chói 100:1 giữa hai vùng này là tỷ lệ có thể gây ra suy giảm nhỏ nhưng đáng kể về hiệu suất lao động.

5.18 Độ lóa

Cần tránh ánh sáng lóa. Nếu áp dụng kỹ thuật giảm lóa hoặc tăng độ tương phản thì không được làm cho màn hình vi phạm các yêu cầu của 5.15 (độ chói hiển thị) và 5.16 (tương phản độ chói). Các yêu cầu tiếp theo được nêu trong ISO 9241-7.

5.19 Phân cực ảnh

Các ký tự tối trên nền sáng hơn (phân cực ảnh dương) hoặc các ký tự sáng trên nền tối hơn (phân cực ảnh âm) đều chấp nhận được miễn là đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Sở thích của người sử dụng về phân cực ảnh là khác nhau. Nếu hiển thị có phân cực ảnh chuyển đổi được thì hiển thị phải đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này đối với mỗi phân cực ảnh.

Mỗi phân cực ảnh có những ưu điểm riêng. Ví dụ:

- a) với phân cực dương, khó cảm nhận các mức phản chiếu hơn, độ sắc nét rõ hơn và dễ đạt được cân bằng độ chói hơn;
- b) với phân cực âm, khó cảm nhận độ nhấp nháy hơn, tính dễ nhận biết cao hơn đối với những người có khả năng phân giải thị giác thấp một cách bất thường và có thể xảy ra cảm nhận ký tự lớn hơn kích thước thực tế.

5.20 Tính đồng nhất độ chói

Đối với đồng nhất độ chói có chủ ý, sự thay đổi độ chói hiển thị trung bình vùng từ tâm hiển thị đến cạnh của bất kỳ phần nào của hiển thị không được vượt quá tỷ lệ 1,7:1.

Sự thay đổi độ chói lớn nhất của các phần tử ký tự (các chấm hoặc các nét) trong một ký tự không được vượt quá tỷ lệ 1,5:1.

CHÚ THÍCH 4: Yêu cầu này không áp dụng cho phòng chống răng cửa hoặc màn hình màu.

5.21 Mã hóa bằng độ chói

Các vùng được mã hóa chỉ bằng độ chói phải khác biệt về độ chói hiển thị so với nhau theo tỷ lệ ít nhất là 1,5:1.

5.22 Mã hóa bằng nhấp nháy

Khi sử dụng mã hóa bằng nhấp nháy chỉ để thu hút sự chú ý thì khuyến cáo chỉ dùng một tần số nhấp nháy từ 1 Hz đến 5 Hz với chu kỳ làm việc 50 %. Khi có yêu cầu về khả năng đọc được trong lúc có tín hiệu nhấp nháy thì tần số nhấp nháy khuyến cáo từ 1/3 Hz đến 1 Hz với chu kỳ làm việc 70 %. Cần có khả năng tắt nhấp nháy của con trỏ.

5.23 Độ không ổn định theo thời gian (nhấp nháy)

Ảnh phải không nhấp nháy ít nhất là đối với 90 % số người sử dụng.

CHÚ THÍCH 5: Phương pháp dự đoán và đo độ nhấp nháy đang được nghiên cứu. Phụ lục A và B cho thấy hiện trạng của các thử nghiệm này. Khi xây dựng được phương pháp thử nghiệm cuối cùng, chúng sẽ được kèm theo làm phụ lục của tiêu chuẩn này.

5.24 Độ không ổn định theo không gian (giật ảnh)

Ảnh phải ổn định. Có thể đạt độ ổn định bằng cách đảm bảo sự thay đổi đỉnh–đỉnh theo vị trí hình học của phần tử ảnh không vượt quá 0,000 2 mm trên một milimét khoảng cách nhìn thiết kế trong dải tần từ 0,5 Hz đến 30 Hz.

5.25 Màu ảnh trên màn hình

Ảnh trên VDT màu phải phù hợp với các yêu cầu liên quan của tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, màu hiển thị là vấn đề khá phức tạp không thể đề cập chi tiết trong tiêu chuẩn này; vì thế vấn đề màu được đề cập riêng trong ISO 9241–8.

6 Điều kiện đo và qui ước

6.1 Điều kiện đo

6.1.1 Thiết bị cần thử nghiệm

Thiết bị hiển thị cần thử nghiệm phải được chuẩn bị về vật lý để thử nghiệm. VDT phải được định hướng theo phạm vi thực hiện phép đo. Thiết bị hiển thị phải được làm nóng ít nhất 20 min. Thiết bị hiển thị được thử nghiệm ở các điều kiện danh nghĩa về điện áp vào, dòng điện, v.v... Sau khi bật màn hình, phải kích hoạt cơ cấu khử từ tích hợp điều khiển bằng tay, nếu có.

6.1.2 Điều kiện ánh sáng

Để xác định xem màn hình có đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của tiêu chuẩn này hay không thì phải lấy độ chói phản xạ tính được rồi cộng đại số với độ chói phát ra đo được trong điều kiện phòng tối.

Với các màn hình phát xạ, các phép đo quang phải được tiến hành trong điều kiện phòng tối hoặc, nếu thực hiện phép đo trong phòng được chiếu sáng, thì phải chuyển đổi thành các giá trị tương đương với các giá trị thu được trong điều kiện phòng tối.

Nếu không thể đạt được điều kiện phòng tối để đo độ chói thì có thể thay bằng các phép đo tương đương trong điều kiện phòng được chiếu sáng, sử dụng qui trình dưới đây.

- a) Đo hệ số phản xạ của màn hình VDT sử dụng ánh sáng khuếch tán (không dùng phản xạ gương) hoặc ánh sáng tới ở góc 45°.
- b) Tính độ chói phản xạ của màn hình VDT ở mức sáng xung quanh giả định.

- c) Đo độ chói phản xạ thực tế của màn hình VDT trong điều kiện phòng được chiếu sáng.
- d) Điều chỉnh giá trị độ chói phản xạ đo được về giá trị độ chói phản xạ tính toán cho tất cả các phép đo tiếp theo.

Sau đó, các phép đo khác theo yêu cầu của tiêu chuẩn này phải được tiến hành trong điều kiện rọi sáng áp dụng cho phép đo đầu tiên (điều kiện phòng được chiếu sáng).

Ánh sáng yêu cầu cho phép đo phải được cấp từ một nguồn thử nghiệm cố định hoặc từ một thiết bị đo hệ số phản xạ chuẩn thích hợp để sử dụng trên chất liệu mờ, dày, có nhiều mặt phản xạ. Ánh sáng tới phải là ánh sáng khuếch tán hoặc có góc tới 45° . Độ sáng phản xạ sẽ được tính dựa trên độ sáng xung quanh giả định như được đo tại tâm màn hình, bằng $(250 + 250 \cos A)$ lx, trong đó A là góc tạo bởi mặt phẳng tiếp xúc với tâm màn hình và mặt phẳng nằm ngang.

Đối với các màn hình không phát xạ, ánh sáng rọi xung quanh phải là ánh sáng khuếch tán (được ưu tiên) hoặc ánh sáng tới ở góc 45° . Phải tính độ rọi sáng yêu cầu để đạt được độ chói phản xạ là 35 cd/m^2 và ghi trong báo cáo về sự phù hợp.

6.2 Yêu cầu đối với phép đo quang

Quang kế (hoặc thiết bị tương đương) phải tích hợp độ chói trong một trường đo nhất định và một thời gian nhất định. Quang kế phải có hằng số thời gian tích hợp đủ dài để các phép đo không bị ảnh hưởng bởi thay đổi ánh sáng do hầu hết các VDT phát ra. Trường đo của quang kế phải thích hợp với phép đo cần thực hiện. Quang kế phải được đặt một cách chính xác. Các phép đo độ chói phải được tiến hành với quang kế đặt song song với pháp tuyến tại tâm màn hình VDT.

Về tính năng và đặc điểm của thiết bị đo độ rọi và thiết bị đo độ chói, xem CIE 69.

6.2.1 Phép đo vi quang độ chói

6.2.1.1 Yêu cầu về quang kế

Độ rộng hiệu dụng trường đo của quang kế không được lớn hơn $1/8$ độ rộng của một điểm ảnh, đối với các điểm ảnh có phân bố độ chói liên tục hoặc gián đoạn.

Với điểm ảnh có phân bố độ chói liên tục, có thể sử dụng trường đo qua khe hoặc lỗ điểm. Nếu sử dụng lỗ điểm thì tuyến đo phải đi qua (các) tâm của (các) điểm ảnh cần đo.

Đối với các màn hình có thể áp dụng 5.7 thì phải sử dụng lỗ điểm.

Với điểm ảnh có phân bố độ chói gián đoạn (đặc biệt là các CRT màu mặt nạ sọc) phải sử dụng quang kế có khe hoặc thiết bị tương đương. Chiều dài của khe ít nhất phải gấp bốn lần chiều rộng của một điểm ảnh. Khe phải có hướng song song với trục dài của các nét cần đo.

Có thể sử dụng thiết bị đo hiển thị đặc biệt. Các phép đo được thực hiện với thiết bị này phải tương đương với các phép đo xác định cho quang kế.

6.2.1.2 Lược đồ độ chói

Lược đồ độ chói (độ chói theo vị trí tương đối) của nét, ký tự, nhóm ký tự xác định hoặc các đối tượng thử nghiệm tương đương phải đạt được bằng cách quét trường đo của quang kế vuông góc với trục dài của các nét cần đo (xem Hình 8 đến 10 và Hình 12 đến 16).

Lược đồ độ chói phải liên tục. Đối với các điểm ảnh có phân bố độ chói gián đoạn, thì lược đồ độ chói phải được lập lại bằng cách:

- a) đánh dấu lược đồ độ chói đo được và nối thành đường thẳng các đỉnh của phép đo độ chói từ các chấm phát quang một màu (xem Hình 8); hoặc
- b) áp dụng thuật toán lọc thông thấp (làm nhẵn) cho các đỉnh của lược đồ.

CHÚ THÍCH 6: Nếu sử dụng phương pháp toán học để chỉnh các thông số đo được về phân bố Gauss đối với các đỉnh đo được thì phải hết sức thận trọng. Hầu hết các phép đo trong tiêu chuẩn này đòi hỏi đo các nét rộng hơn một điểm ảnh. Các nét này có lược đồ độ chói không theo phân bố Gauss nếu màn hình đủ khả năng phân giải.

Cần áp dụng hiệu chỉnh dưới đây, L_{COR} , (đối với các ảnh hưởng của khẩu độ quang kế và mặt nạ sọc) cho lược đồ độ chói đo được:

$$L_{COR} = L_{1-M} \times \frac{L_{W-A}}{L_{1-P}}$$

$$L_{TOT} = L_{COR} + L_{REF}$$

trong đó

L_{1-P} là độ chói đỉnh trung bình của lược đồ đo được, với tất cả các điểm ảnh đều “sáng” với màu sử dụng cho phép đo. Lược đồ được vẽ theo hướng qui định cho phép đo;

L_{1-M} là lược đồ độ chói đo được (với màu sử dụng cho phép đo);

L_{W-A} là độ chói trung bình của vùng màu trắng hoặc màu sử dụng để đặt độ chói hiển thị (xem 6.3);

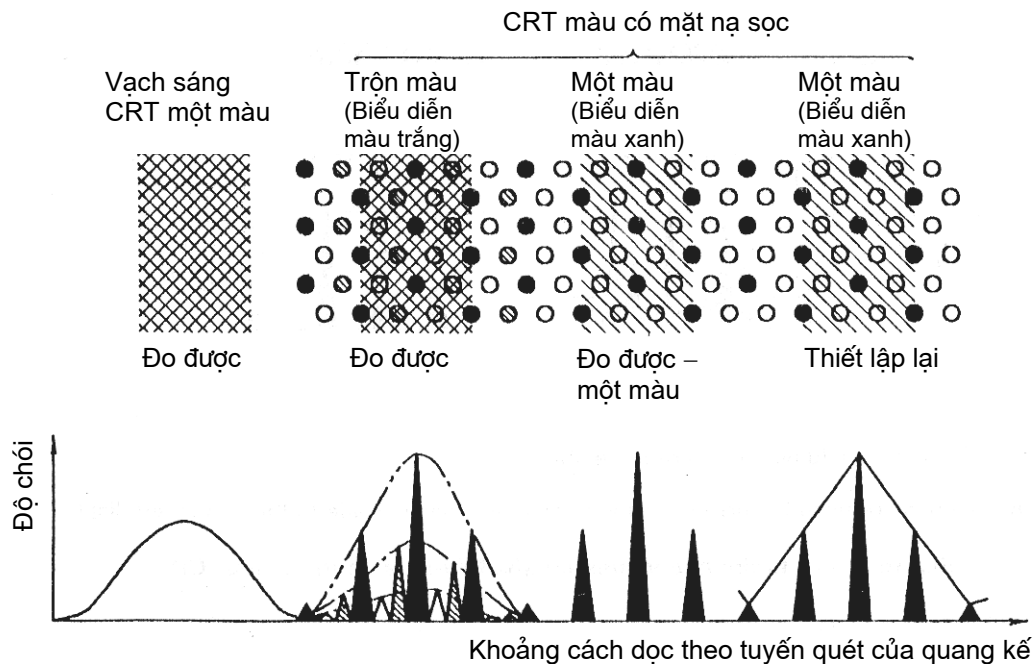
L_{REF} là độ chói phản xạ (xem 6.1);

L_{TOT} là độ chói tổng (tại một điểm cụ thể).

Có thể sử dụng qui trình sau đây để xác định độ chói yêu cầu tại mỗi vị trí đo và cần thực hiện trong phòng tối.

- c) Tại vị trí đo, đặt một vùng điểm ảnh ở trạng thái logic dùng để đo độ chói hiển thị (xem 6.3).
- d) Đo độ chói trung bình của vùng, L_{W-A} .

- e) Nếu sử dụng một màu (ví dụ: màu xanh) cho phép đo thì đổi các điểm ảnh thành màu đó. Dùng khe, đo lược đồ độ chói theo hướng phép đo yêu cầu. Từ lược đồ độ chói, xác định độ chói đỉnh trung bình, L_{1-P} .
- f) Chuyển sang ký tự, đối tượng thử nghiệm hoặc dạng điểm ảnh yêu cầu, vẫn giữ nguyên cùng màu. Xác định lược đồ độ chói, L_{1-M} .
- g) Tính độ chói hiệu chỉnh, L_{COR} , và độ chói tổng, L_{TOT} .



Hình 8 – Lược đồ độ chói đo được và thiết lập lại

6.2.1.3 Phân tích thống kê

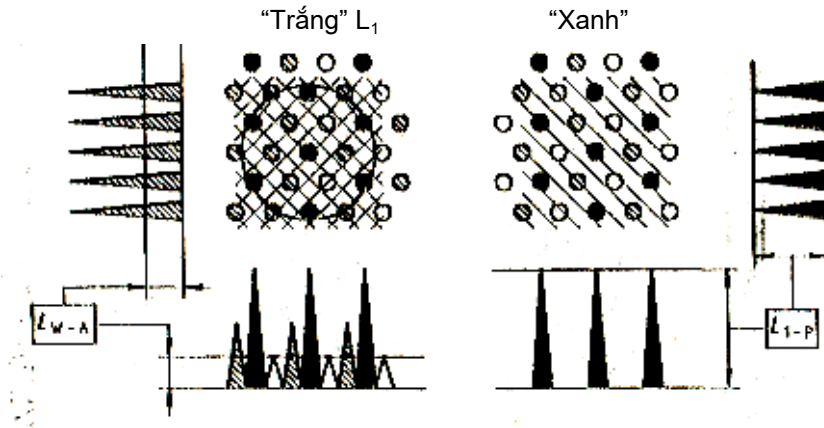
Trên các CRT màu mặt nạ sọc, lược đồ độ chói đo được phụ thuộc vào nhiều yếu tố bao gồm pha và kích thước của chùm điện tử liên quan đến khe mặt nạ sọc. Giữa các phép đo có thể có dung sai đáng kể. Vì kết quả của phép đo mang tính xác suất nên để hiểu rõ có thể cần phân tích thống kê. Giá trị báo cáo phải là giá trị trung bình của ít nhất là bốn phép đo tại các điểm khác nhau ở gần điểm đo xác định. Với CRT màu có mặt nạ sọc, giá trị báo cáo nằm trong khoảng $\pm 10\%$ giá trị yêu cầu là chấp nhận được.

6.2.1.4 Đối tượng thử nghiệm

Các phép đo có thể được tiến hành trên các đối tượng thử nghiệm đặc biệt hoặc trên ký tự hoặc các dạng mẫu khác mà qua đó phép đo được xác định (ví dụ, xem Hình 12, 13 và 15). Nếu sử dụng các đối tượng thử nghiệm thì chúng phải có các đặc điểm sau:

- a) Đối tượng thử nghiệm phải có các tuyến điểm ảnh song song theo chiều ngang và chiều dọc.

- b) Mỗi tuyến điểm ảnh phải dài hơn chiều dài khe của quang kế ít nhất là 10 %.
- c) Từng điểm ảnh trên một tuyến phải có cùng trạng thái logic.
- d) Trạng thái logic của điểm ảnh trên các tuyến liên tiếp nhau phải giống với trạng thái của các điểm ảnh dọc theo đường dẫn quang kế xác định cho phép đo.



CHÚ THÍCH

- 1) Độ chói đỉnh theo chiều dọc và chiều ngang là không bằng nhau.
- 2) Giá trị độ chói được dùng để hiệu chỉnh lược đồ độ chói đo được theo độ chói hiển thị đo được.

Hình 9 – Giá trị độ chói của CRT màu có mặt nạ sọc

Ví dụ – Có thể dùng một đối tượng thử nghiệm để đo tương phản độ chói. Một phép đo được xác định cho chữ cái thường “e” (xem Hình 16). Nếu theo chiều dọc qua mạch vòng bên trong phát hiện một điểm ảnh “sáng”, điểm ảnh tiếp theo “tắt” và điểm ảnh kế tiếp “sáng” thì đối tượng thử nghiệm liên quan gồm ít nhất là ba đường nằm ngang có dạng “sáng–tắt–sáng”. Dạng này có thể lặp lại (“sáng–tắt–sáng–tắt–sáng...”) để thuận tiện việc mô phỏng lại phép đo.

CHÚ THÍCH 7: Đối tượng thử nghiệm để xác định cỡ ký tự và khoảng cách ký tự có thể là một khối các điểm ảnh với các điểm ảnh bên trong ở trạng thái bất kỳ.

6.2.2 Phép đo độ chói hiển thị

Đường kính trường đo hiệu dụng của quang kế hoặc thiết bị đo hiển thị đặc biệt cần bằng khoảng một nửa chiều rộng ký tự.

6.2.3 Đo độ chói trung bình của vùng

Trường đo hiệu dụng của quang kế cần phủ khoảng lớn hơn hoặc bằng 1 % vùng hoạt động của bề mặt hiển thị.

6.3 Đặt độ chói hiển thị

Việc đặt một độ chói và màu hiển thị phải được áp dụng cho tất cả các phép đo, các thử nghiệm và các tính toán theo yêu cầu của tiêu chuẩn này, trừ trường hợp áp dụng các yêu cầu trong 6.2.1.3. Việc đặt độ chói mặc định áp dụng cho các màn hình có hệ thống đặt độ chói tùy chọn. Màn hình có hệ thống đặt độ chói cho người sử dụng tự chọn phải được đặt ở ít nhất là 35 cd/m^2 . Đối với phép đo, xem 6.2.2 và 6.6.8.

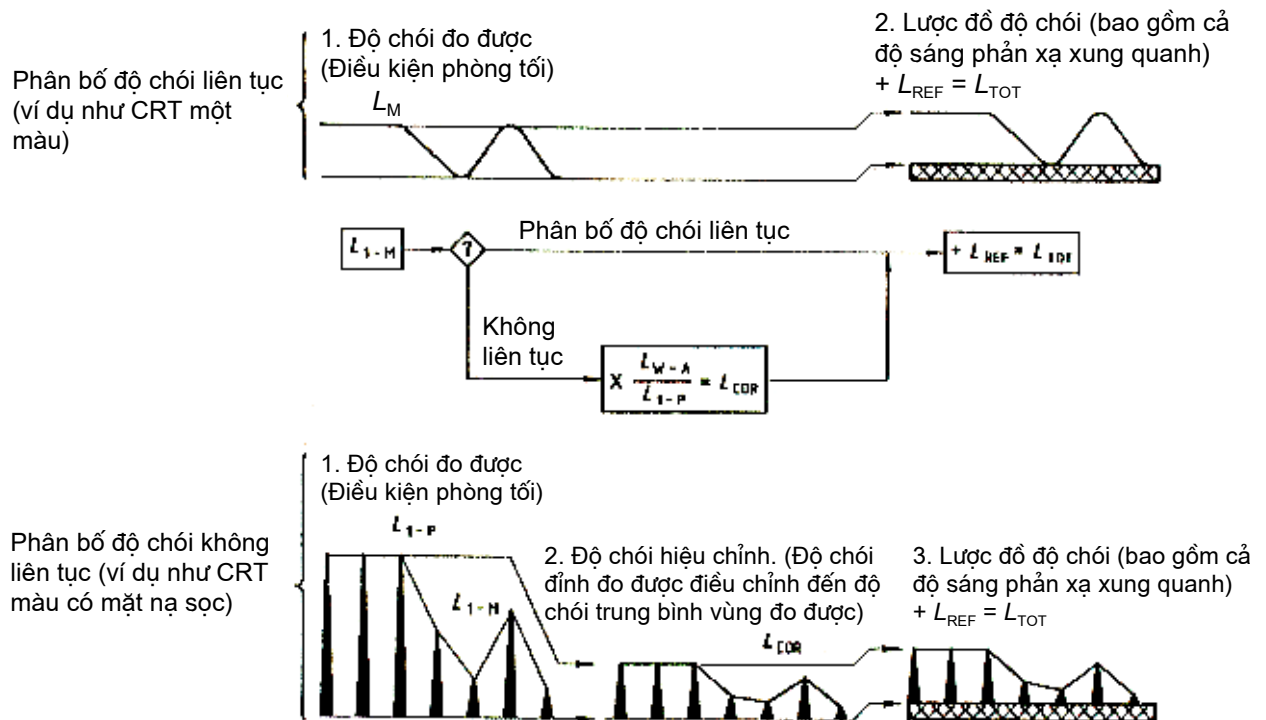
CHÚ THÍCH 8: Mặc dù độ chói thử nghiệm nhỏ nhất là 35 cd/m^2 nhưng không đặt ra độ chói lớn nhất. Cần chọn mức đặt thích hợp cho các ứng dụng thực tế.

6.4 Vị trí đo

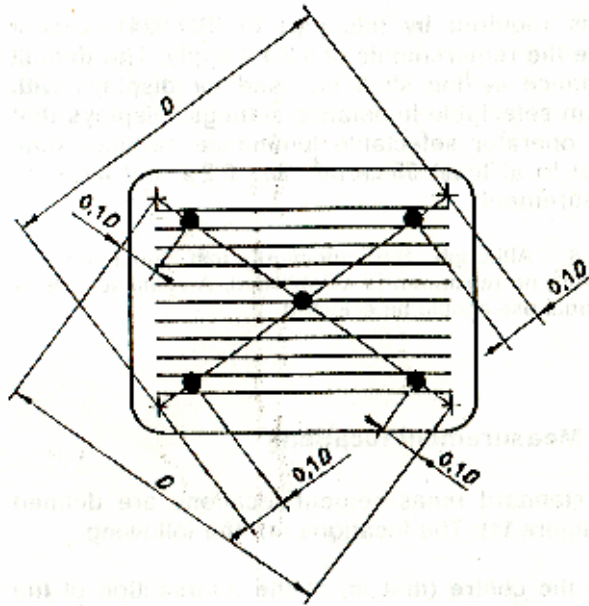
Năm vị trí đo chuẩn được xác định (xem Hình 11). Các vị trí đó là

- tại tâm (nghĩa là tại điểm giao nhau của hai đường chéo của vùng xác định được địa chỉ);
- tại các vị trí trên hai đường chéo cách các góc của vùng xác định được địa chỉ trên màn hình 10 % chiều dài đường chéo.

CHÚ THÍCH 9: Đối với các yêu cầu của tiêu chuẩn này áp dụng tại bất cứ điểm nào trên màn hình và đối với các yêu cầu chỉ qui định cho trường hợp xấu nhất bất kỳ trong số năm vị trí chuẩn, chỉ cần ghi lại các giá trị tại tâm màn hình và tại (các) vị trí xấu nhất.



Hình 10 – Lược đồ độ chói đối với độ chói đo được, độ chói hiệu chỉnh và độ chói tổng



Hình 11 – Các vị trí đo chuẩn

6.5 Khoảng cách màn hình

Đối với tất cả các phép đo, khoảng cách màn hình phải được đo song song với mặt phẳng tiếp xúc với tâm màn hình.

6.6 Phép đo cụ thể

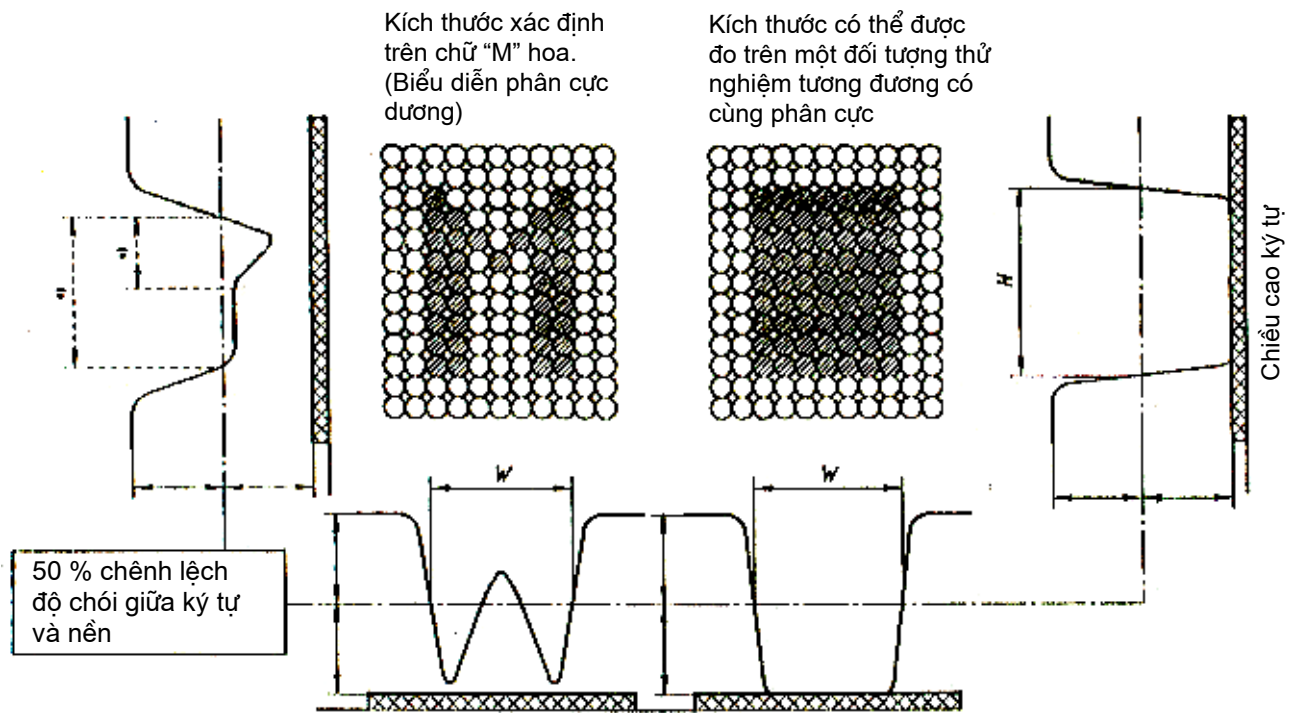
6.6.1 Cỡ ký tự

Chiều cao và chiều rộng ký tự đối với một phong chữ cụ thể là khoảng cách giữa các mép song song tương ứng của một chữ cái viết hoa không có dấu (xem Hình 12). Theo tiêu chuẩn này, chữ “M” hoa cần được ưu tiên dùng để xác định chiều cao và chiều rộng ký tự. Tuy nhiên, chữ “M” hoa có thể không thích hợp với phép đo chiều cao ký tự. Do đó, có thể sử dụng một đối tượng thử nghiệm (xem 6.2.1.4) có cùng số lượng điểm ảnh giữa các nét đo được của nó như chữ “M” hoa để đo chiều rộng và chiều cao ký tự. Chiều rộng và chiều cao ký tự phải là kích thước trung bình của ký tự “M” hoặc của đối tượng thử nghiệm tương đương được thể hiện theo năm vị trí thử nghiệm xác định trong 6.4 (xem Hình 12).

CHÚ THÍCH 10: Mép ký tự được xác định mở rộng tới điểm 50 % chênh lệch độ chói giữa ký tự và nền. Điểm 50 % được lấy từ lược đồ độ chói đo được theo 6.2.1.

6.6.2 Tỷ lệ chiều rộng–chiều cao ký tự

Tỷ lệ chiều rộng–chiều cao ký tự của một phong chữ cụ thể là tỷ số giữa chiều rộng ký tự và chiều cao ký tự của một chữ cái viết hoa không có dấu, đo được theo 6.6.1.



*) Giá trị đo được

Hình 12 – Chiều cao và chiều rộng ký tự

6.6.3 Độ rộng nét ký tự

Độ rộng nét của một bộ ký tự là khoảng cách giữa 50 % đường viền của chênh lệch độ chói giữa thân nét dùng để xác định ký tự và nền. Đường viền chênh lệch độ chói 50 % được xác định từ lược đồ độ chói đo được theo 6.2.1. Khoảng cách phải được đo dọc theo các đường thẳng đi qua tâm hoặc các tâm theo chiều ngang của các điểm ảnh xác định nét dọc, các đường thẳng đi qua tâm hoặc các tâm theo chiều dọc của các điểm ảnh xác định nét ngang. Trong các phép đo này không tính đến chân chữ. Độ rộng nét đối với một bộ ký tự phải là độ rộng nét trung bình của nét ngang và nét dọc thể hiện tại năm vị trí đo xác định trong 6.4. Chữ "M" hoa phải được dùng để xác định độ rộng nét dọc. Chữ "H" hoa phải được dùng để xác định độ rộng nét ngang (xem Hình 13).

6.6.4 Điều biến vạch quét

Điều biến vạch quét phải được đo bằng cách vẽ lược đồ độ chói theo 6.2.1, dọc theo đường cắt ngang các đường vạch quét liền kề nhau (xem Hình 14). Điều biến vạch quét là điều biến giữa giá trị trung bình của các cực đại và giá trị trung bình của các cực tiểu dọc theo lược đồ độ chói. Đối với hiển thị màu, lược đồ độ chói cần phải có ít nhất là 9 đường.

6.6.5 Hệ số lấp đầy và độ chói hiển thị đỉnh

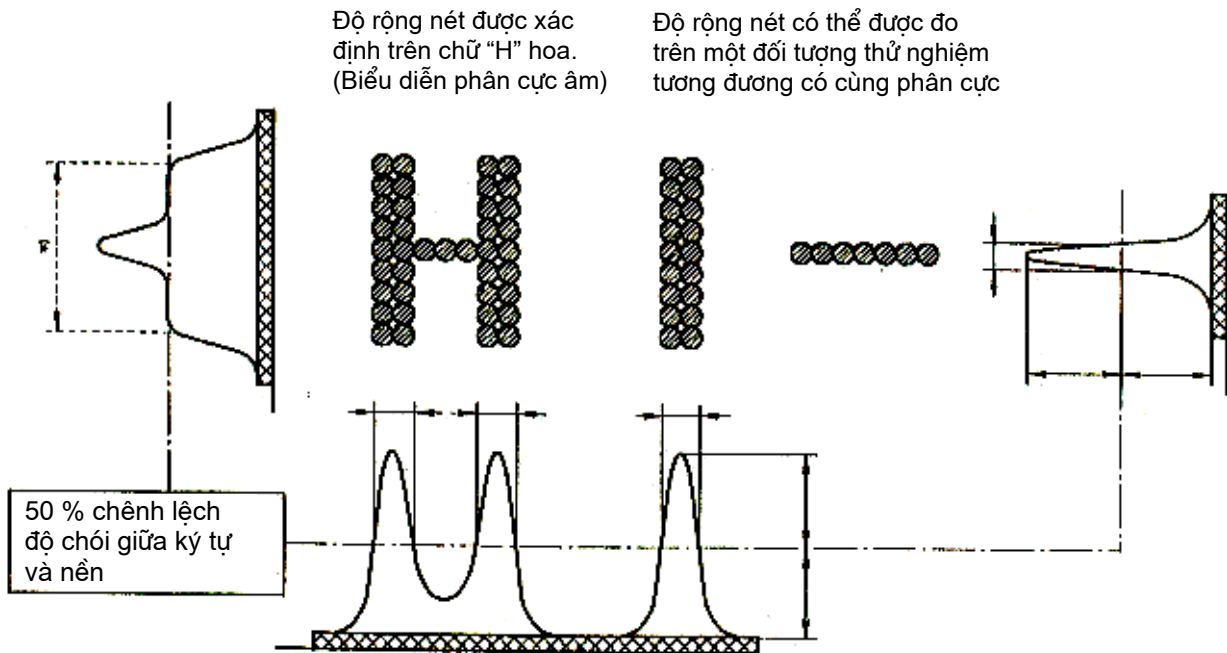
Hệ số lấp đầy phải được tính bằng cách nhân chiều cao và chiều rộng của một điểm ảnh rồi chia cho diện tích phân bố điểm ảnh đó. Kích thước điểm ảnh phải được lấy là 50 % đường viền chênh lệch độ chói giữa điểm ảnh và nền của nó dựa trên lược đồ độ chói thu được theo 6.2.1. Độ chói hiển thị đỉnh phải được đo như độ chói đỉnh của (các) lược đồ dùng để xác định hệ số lấp đầy.

6.6.6 Đồng nhất cỡ ký tự

Cỡ ký tự, cả chiều cao lẫn chiều rộng, phải được đo theo 6.6.1 ít nhất là tại năm vị trí đo xác định trong 6.4. Chữ “M” hoa phải dùng để xác định cỡ ký tự.

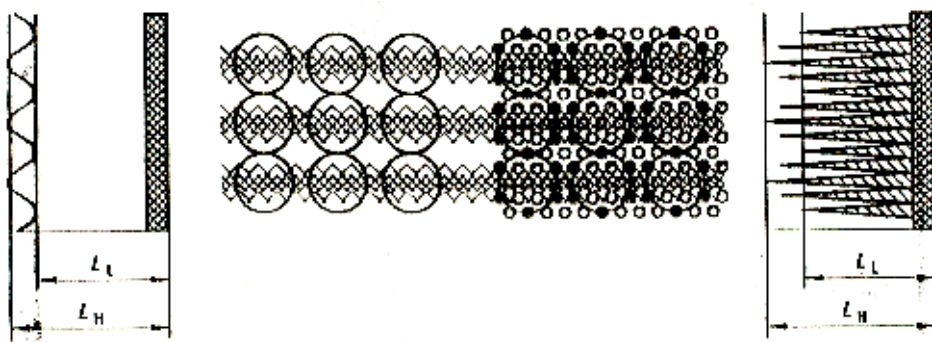
6.6.7 Khoảng cách ký tự

Khoảng cách ký tự là khoảng cách nhỏ nhất theo chiều ngang giữa hai ký tự liền kề tại điểm gần nhất của chúng. Khoảng cách này phải được quyết định từ số lượng điểm ảnh giữa hai ký tự liên tiếp theo chiều ngang.



*) Giá trị đo được

Hình 13 – Độ rộng nét ký tự



Hình 14 – Điều biến vạch quét (trường phẳng)

6.6.8 Độ chói hiển thị

Độ chói hiển thị được đo như độ chói tổng thể của một vị trí ký tự khi tất cả các điểm ảnh ở vị trí ký tự đó đều ở trạng thái qui định phù hợp với 6.3. Quang kế phải thỏa mãn các yêu cầu của 6.2.

6.6.9 Đồng nhất độ chói

6.6.9.1 Độ chói trung bình của vùng

Đối với phép đo đồng nhất độ chói trung bình của vùng, toàn bộ màn hình phải được làm đầy bằng các điểm ảnh ở trạng thái xác định theo 6.3. Độ chói hiển thị trung bình phải được đo bằng quang kế thỏa mãn các yêu cầu của 6.2.

6.6.9.2 Đồng nhất thành phần ký tự

Đồng nhất thành phần ký tự phải được đo như đồng nhất độ chói của các nét dọc và nét ngang của chữ “H” hoa hoặc của một đối tượng thử nghiệm tương đương. Đồng nhất độ chói phải được quyết định bởi lược đồ độ chói của các nét ký tự (xem Hình 15).

6.6.9.3 Cân bằng độ chói

Đối với các phép đo cân bằng độ chói, màn hình cần được làm đầy bằng chữ “M” hoa xen kẽ với “dấu cách trống”.

6.6.10 Khoảng cách từ

Khoảng cách từ là khoảng cách nhỏ nhất theo chiều ngang, tại điểm gần nhất giữa các từ liền kề. Khoảng cách này phải được quyết định từ số lượng điểm ảnh giữa các từ liền kề.

Chân chữ, nếu sử dụng, không được tính đến trong việc xác định khoảng cách giữa các từ.

6.6.11 Khoảng cách dòng

Khoảng cách dòng là khoảng cách nhỏ nhất theo chiều dọc, tại điểm gần nhất của các ký tự liên tiếp. Khoảng cách này phải được quyết định bởi số lượng điểm ảnh giữa các ký tự liên tiếp theo chiều dọc.

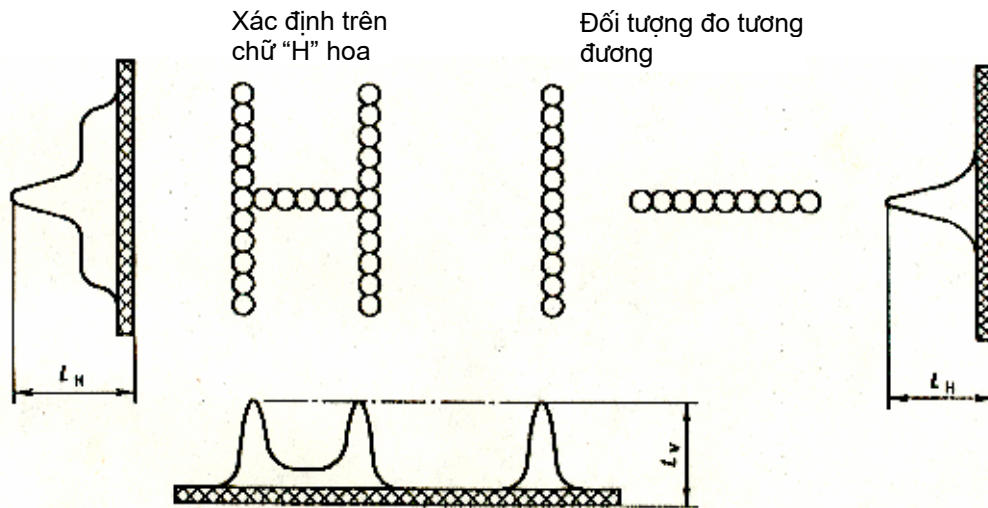
6.6.12 Tính thẳng hàng

Tính tuyến tính phải được xác định bằng kính hiển vi du lịch hoặc thiết bị tương đương. Trục kính hiển vi phải song song thẳng hàng với trục của hàng hoặc cột cần đo. Vị trí ký tự phải được xác định bằng việc so sánh các nét ký tự tương đương trên các ký tự liên tiếp bằng mắt hoặc thiết bị điện tử.

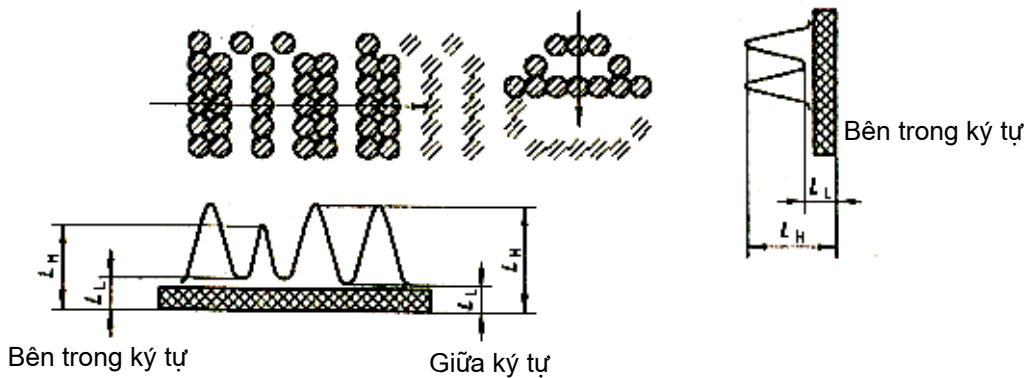
6.6.13 Tương phản độ chói

Độ tương phản của các chi tiết ảnh được nhận biết riêng biệt phải được dùng để đo tương phản độ chói. Phải sử dụng hai ký tự (hoặc đối tượng thử nghiệm tương đương), mỗi ký tự phải được đo tại năm vị trí xác định trong 6.4 (xem Hình 16). Các ký tự được dùng là chữ cái “e” thường (đối với độ tương phản giữa các nét ký tự liên tiếp theo chiều dọc) và chữ “m” (đối với độ tương phản giữa các nét ký tự liên tiếp

theo chiều ngang). Đường đi của quang kế di chuyển trong khi đo độ tương phản của các chi tiết ký tự (hoặc đối tượng thử nghiệm có cùng dạng điểm ảnh) được cho trên Hình 16. Điều biến độ tương phản phải được đo bằng cách vẽ được lược đồ độ chói theo 6.2.1 dọc theo tuyến đã mô tả. Điều biến độ tương phản là điều biến giữa các cực đại và cực tiểu của lược đồ.



Hình 15 – Đồng nhất độ chói bên trong ký tự



Hình 16 – Tương phản độ chói bên trong và giữa các ký tự

6.6.14 Độ không ổn định theo không gian (giật ảnh)

Đối với hiển thị chỉ có các điểm ảnh có chế độ phân bố độ chói liên tục thì có thể đo độ không ổn định theo không gian (giật ảnh) sử dụng một kính hiển vi đo có hệ số phóng đại ít nhất là 20 lần. Sự di chuyển được xác định bằng việc giống bằng mắt vạch chuẩn của kính hiển vi hoặc lưới so sánh của kính hiển vi với các vị trí xa nhất ở chính giữa hoặc mép ký tự hay đối tượng thử nghiệm trong quá trình quan sát.

Đối với loại màn hình bất kỳ đều có thể sử dụng thiết bị đo hiển thị đặc biệt. Thiết bị này phải xác định, trên cơ sở quét, vị trí tương đối của một ký tự hoặc một đối tượng thử nghiệm. Nếu sử dụng thiết bị chỉ để xác định sự dịch chuyển dọc theo các trục dọc hoặc ngang thì phạm vi giạt ảnh phải được tính là căn bậc hai của tổng các bình phương của hiệu các cực đại theo chiều dọc và chiều ngang.

Quan sát phải kéo dài ít nhất là 4 s. Thiết bị đo các mẫu quét phải tích lũy số lần quét ứng với ít nhất 4 s quan sát liên tục.

6.6.15 Độ không ổn định theo thời gian (nhấp nháy)

Các phương pháp dự đoán và đo độ nhấp nháy đang được nghiên cứu. Phụ lục A và B cho thấy hiện trạng của các thử nghiệm này. Khi xây dựng được phương pháp thử nghiệm cuối cùng, chúng sẽ được kèm theo làm phụ lục của tiêu chuẩn này.

7 Sự phù hợp

7.1 Sự phù hợp với tiêu chuẩn này có thể đạt được bằng cách:

- a) thỏa mãn tất cả các yêu cầu bắt buộc của điều 5; hoặc
- b) đạt được kết quả tin cậy bằng phương pháp thử nghiệm và các yêu cầu bắt buộc đi kèm qui định trong phụ lục của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH

11) Phương pháp thử nghiệm này khi được xác nhận sẽ trở thành phụ lục của tiêu chuẩn này. Phụ lục C đưa ra các phương pháp hiện thời. Trước khi xuất bản phụ lục, chỉ tuân thủ theo điểm a).

12) Phương pháp thử nghiệm dùng cho các VDT có thể không áp dụng được hoàn toàn điều 5. Ví dụ như đối với màn hình không phải CRT.

Các yêu cầu bắt buộc được phân định bằng từ “phải”.

Sự phù hợp phải được xác định sử dụng các tham số mặc định như (các) bộ ký tự, (các) màu, (các) cấu hình, các tùy chọn của hệ thống và cài đặt của người thao tác.

Sự phù hợp với tiêu chuẩn này có thể phụ thuộc vào phần cứng, phần mềm, các phần tử của trạm làm việc và mặc dù mỗi phần tử này phải được nhà cung cấp chứng tỏ sự phù hợp riêng, nhưng các bên sử dụng phối hợp các phần tử bất kỳ nào thì phải chịu trách nhiệm tuân thủ theo cấu hình đó.

7.2 Báo cáo sự phù hợp ít nhất phải có các thông tin sau:

- a) chi tiết về nhà cung ứng (tên, địa chỉ, số loại, v.v...);
- b) đầy đủ chi tiết về thiết bị liên quan để thử nghiệm, cài đặt và cấu hình của chúng, các đặc tính của ổ cứng và ổ cố định, điều kiện thử nghiệm và kết quả thử nghiệm;

TCVN 7318-3 : 2003

- c) điều kiện sử dụng;
- d) các yêu cầu đặc biệt;
- e) nếu tuân thủ theo 7.1b) thì phải nêu đầy đủ chi tiết về các tiêu chí dùng để lựa chọn đối tượng thử nghiệm và các đặc tính liên quan của đối tượng thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

Kỹ thuật phân tích để dự đoán độ nhấp nháy của màn hình

Phụ lục này mô tả hai phương pháp phân tích để dự đoán độ nhấp nháy của VDT ứng với phần trăm nhất định số người sử dụng. Trong các ấn bản tiếp theo của tiêu chuẩn này, số lượng có thể giảm xuống còn một phương pháp.

A.1 Phương pháp phân tích để dự đoán độ nhấp nháy màn hình

A.1.1 Qui định chung

Phương pháp này hữu ích cho việc đánh giá hiển thị trong quá trình thiết kế và làm công cụ lựa chọn chất phát quang và tần số làm mới để hiển thị không nhấp nháy. Trong phương pháp thử nghiệm sự phù hợp về sự không nhấp nháy, cần lưu ý rằng:

- a) Phương pháp này cho phép dự đoán hiển thị sẽ không nhấp nháy đến 90 % số lượng người sử dụng có chất phát quang cố định, tần số làm mới và độ chói hiển thị cực đại.
- b) Các dự đoán có hiệu lực đối với hiển thị phân cực dương có kích cỡ khác nhau (xem Bảng A.1). Dự đoán áp dụng cho cấu hình hiển thị “trường hợp xấu nhất” trong đó mỗi điểm ảnh đơn hoặc dòng quét được chiếu sáng. Do đó, phương pháp này là một thử nghiệm độ nhấp nháy bảo toàn. Nếu hiển thị không nhấp nháy khi mọi điểm ảnh hoặc dòng quét đều sáng thì hiển thị đó sẽ không nhấp nháy khi khoảng 85 % các điểm ảnh được chiếu sáng, như khi hiển thị ký tự. Tuy nhiên, nếu xuất hiện nhấp nháy tại các cấu hình đặc biệt hoặc tại cấu hình xấu nhất thì hiển thị sẽ xuất hiện nhấp nháy ở cấu hình ký tự.

Căn cứ vào các lưu ý trên, cần sử dụng một phương pháp thực nghiệm đánh giá độ nhấp nháy màn hình (xem phụ lục B) làm phương pháp thử nghiệm sự phù hợp trong trường hợp hiển thị không tuân thủ khi sử dụng phương pháp A.1.

Nếu hiển thị không nhấp nháy theo một trong các phương pháp mô tả trong phụ lục này thì không cần phải đánh giá thực nghiệm độ nhấp nháy. Tuy nhiên, nếu dự đoán được hiển thị sẽ nhấp nháy thì cần sử dụng phương pháp thực nghiệm đánh giá độ nhấp nháy màn hình nêu trong phụ lục B làm phương pháp thử nghiệm sự phù hợp về độ nhấp nháy. Nói cách khác, nếu theo các phương pháp trong phụ lục này xác định được hiển thị không nhấp nháy thì màn hình được coi là không nhấp nháy. Nếu theo phương pháp thực nghiệm, xác định được hiển thị không nhấp nháy (dù là hiển thị nhấp nháy theo các phương pháp trong phụ lục này) thì màn hình cũng sẽ được coi là không nhấp nháy.

A.1.2 Phương pháp phân tích để dự đoán độ nhấp nháy màn hình

A.1.2.1 Nguyên lý

Phương pháp này dựa trên thực tế là có thể dự đoán được con người có phát hiện được nhấp nháy trên một hiển thị chiếu sáng đồng nhất hay không, nhờ lượng năng lượng ở tần số thời gian cơ bản của hiển thị [7, 9, 10, 13 đến 15 và 17]. Vì vậy, bước đầu tiên của phương pháp là tính bằng máy tính lượng năng lượng ở tần số thời gian cơ bản: E_{obs} . Sau đó so sánh con số này với lượng năng lượng mà con người có thể phát hiện được nhấp nháy, nghĩa là ngưỡng nhấp nháy dự đoán, E_{pred} .

Nếu $E_{obs} < E_{pred}$ thì dự đoán được con người không nhận thấy nhấp nháy.

Nếu $E_{obs} \geq E_{pred}$ thì dự đoán được con người nhận thấy nhấp nháy.

A.1.2.2 Thành phần DC

Lượng năng lượng ở tần số thời gian cơ bản của VDT có thể tính được như sau:

- a) Chuyển đổi độ chói màn hình sang đơn vị độ sáng võng mạc (troland).
- b) Độ chói màn hình trung bình theo thời gian, L_t , tính bằng cd/m^2 , là độ chói của hiển thị như xác định theo 6.1 và 6.3. L_t là tổng độ chói màn hình và bao gồm độ chói phản xạ từ mặt màn hình cũng như độ chói phát ra do chất phát quang của hiển thị.
- c) Tắt hiển thị và đo độ chói phản xạ từ mặt màn hình, L_r , tính bằng cd/m^2 .
- d) Ước lượng diện tích con người của người quan sát theo mm^2 . Diện tích con người, A , là một chức năng điều tiết độ chói. Dùng công thức dưới đây [6] để ước lượng đường kính của con người và từ đó tính A .

$$d = 5 - 3 \tanh [0,4 \log (3,183 L_t)]$$

- e) Thành phần DC của độ sáng võng mạc thay đổi theo thời gian, tính bằng troland, là

$$DC = (L_t - L_r) A \quad (A.1)$$

A.1.2.3 Hệ số biên độ

Tính hệ số biên độ của độ chói màn hình ở tần số cơ bản.

Độ chói màn hình là một dãy xung liên tục suy giảm theo qui luật hàm mũ, $e^{-1/\alpha}$. Hệ số biên độ ở tần số cơ bản của độ chói màn hình thay đổi theo thời gian có thể được tính theo công thức [19].

$$Amp(f) = \frac{2}{[1 + (2\pi\alpha f)^2]^{1/2}}$$

trong đó

α là hằng số thời gian của hàm mũ thể hiện độ ổn định của chất phát quang, tính bằng giây; và
 f là tần số làm mới của màn hình, tính bằng héc.

CHÚ THÍCH 13: α là thời gian yêu cầu để độ chói của chất phát quang phân rã đến 1/e giá trị ban đầu của nó. Tuy nhiên, hằng số thời gian ($TC_{10\%}$) thường được cho là thời gian yêu cầu để độ chói phân rã đến 10 % giá trị ban đầu. Giá trị $TC_{10\%}$ của chất phát quang có thể được đổi sang giá trị α theo quan hệ sau:

$$\alpha = TC_{10\%} \times \frac{\ln 1/e}{\ln 1/10} = 0,434 \ 3 \times TC_{10\%}$$

A.1.2.4 Năng lượng tại tần số cơ bản

Tính điều chế độ chói của tần số cơ bản, E_{obs} , bằng cách lấy thành phần DC của biến số màn hình theo thời gian nhân với hệ số biên độ ở tần số cơ bản, $Amp(f)$.

$$E_{obs} = DC \times Amp(f) \quad (A.2)$$

A.1.2.5 Dự đoán

Khi tính được lượng năng lượng thực tế của hiển thị ở tần số thời gian cơ bản, E_{obs} , tính lượng năng lượng mà con người có thể phát hiện ra nhấp nháy, E_{pred} .

$$E_{pred} = a e^{bf} \quad (A.3)$$

trong đó

f là tần số làm mới; và

a và b là hằng số phụ thuộc vào kích thước hiển thị. Bảng A.1 liệt kê các giá trị tham số (a và b) của một số kích thước hiển thị khác nhau.

Nếu $E_{obs} < E_{pred}$ thì dự đoán được con người không nhận thấy nhấp nháy.

Nếu $E_{obs} \geq E_{pred}$ thì dự đoán được con người nhận thấy nhấp nháy.

Bảng A.1 – Thông số nhập nháy đối với một số kích thước hiển thị

Kích thước (°)	CFF = m + n ln(E _{obs})		E _{pred} = a e ^{bf}	
	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
10	14,6	6,999	0,127 6	0,142 4
30	13,837 6	8,31	0,191 9	0,120 1
50	8,31	9,73	0,507 6	0,100 4
70	6,783	10,034	0,53	0,099 2

CHÚ THÍCH

1) Kích thước hiển thị, qui định theo độ của góc thấy, được tính từ

$$\text{Kích thước} = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{2V} \right)$$

trong đó

D là đường chéo của hiển thị, tính bằng milimét; và

V là khoảng cách nhìn thiết kế, tính bằng milimét.

Đường kính của vùng hoạt động của một màn hình CRT điển hình nằm trong khoảng từ 250 mm đến 375 mm. Do đó, kích thước của màn hình CRT điển hình nằm trong khoảng 28° đến 41° của góc thấy.

2) Các giá trị tham số *m* và *n* được lấy bằng cách hồi qui tuyến tính của CFF trên ln (E_{obs}). Ngược lại, các giá trị tham số *a* và *b* được lấy bằng cách hồi qui tuyến tính của ln (E_{obs}) trên CFF. Lý tưởng là nếu các phương trình hồi qui tuyến tính chiếm 100 % biến số thì $a = e^{-m/n}$ và $b = 1/n$, tương ứng.

Các hồi qui tuyến tính trên thực tế chiếm 95 % đến 99 % biến số. Do đó xuất hiện sự chênh lệch nhỏ giữa các giá trị thực nghiệm *a*, *b* và tương ứng là $e^{-m/n}$ và $1/n$.

Một cách khác, cho độ chói màn hình (DC), thì có thể tính được E_{obs} (xem công thức A.2) và sau đó tính được tốc độ làm mới mà không xuất hiện nhấp nháy, CFF, sử dụng công thức:

$$\text{CFF} = m + n \ln (E_{\text{obs}}) \quad (\text{A.4})$$

trong đó *m* và *n* là các giá trị tham số phụ thuộc vào kích thước của hiển thị.

Bảng A.1 liệt kê các giá trị tham số cho một số kích thước hiển thị khác nhau.

A.1.3 Tính toán mẫu

A.1.3.1 Cấu hình màn hình

Màn hình là một CRT có đường chéo 280 mm nhìn từ khoảng cách 500 mm.

Do đó kích thước hiển thị là

$$2 \arctg(280/2 \times 500) = 30,75^\circ \text{ góc thấy.}$$

Độ chói hiển thị, L_t , là 100 cd/m^2 và ánh sáng phản xạ từ mặt màn hình L_r là 10 cd/m^2 . Cuối cùng, hằng số phân rã của chất phát quang (P4), α , là $2,5 \times 10^{-5} \text{ s}$ (tương ứng với giá trị TC_{10%} là $6 \times 10^{-5} \text{ s}$).

A.1.3.2 Tính toán

Bắt đầu từ bước A.1.2.2d), thực hiện các phép tính sau:

a) Đường kính con người là

$$d = 5 - 3 \tanh [0,4 \lg(3,183 \times 100)] = 2,713 \text{ 789 mm}$$

b) Diện tích con người là

$$A = 3,141 \text{ 59} \times \left(\frac{2,713 \text{ 789}}{2} \right)^2 = 5,784 \text{ 2 mm}^2$$

c) Thành phần DC là

$$DC = (100 - 10) \times 5,784 \text{ 2} = 520,57 \text{ td}$$

d) Hệ số biên độ của tần số thời gian cơ bản là

$$\text{Amp}(f) = \frac{2}{\left[1 + (2,5 \times 10^{-5} \times 6,283 \text{ 2} \times f)^2 \right]^{1/2}}$$

Do đó, khi tần số làm mới, f , là 60 Hz, thì hệ số biên độ là 1,999 91. Khi tần số làm mới, f , là 72 Hz, thì hệ số biên độ là 1,999 87.

e) Điều chế độ chói của hiển thị 60 Hz là

$$E_{\text{obs}} = 520,576 \times 1,999 \text{ 9} = 1 \text{ 041 td}$$

f) Điều chế độ chói yêu cầu đối với hiển thị không nhấp nháy 60 Hz là

$$E_{\text{pred}} = a e^{bf} = 258,58 \text{ td}$$

trong đó $f = 60 \text{ Hz}$, $a = 0,191 \text{ 9}$ và $b = 0,120 \text{ 1}$ (Xem Bảng A.1 để biết các tham số a và b đối với hiển thị tương ứng góc thấy là 30° .)

g) Vì $E_{\text{obs}} > E_{\text{pred}}$ nên kết luận là hiển thị 60 Hz có nhấp nháy.

h) Điều chế độ chói của hiển thị 72 Hz là

$$E_{\text{obs}} = 520,576 \times 1,999 \text{ 9} = 1 \text{ 041 td}$$

TCVN 7318-3 : 2003

và điều chế độ chói yêu cầu đối với hiển thị không nhấp nháy 70 Hz là

$$E_{\text{pred}} = 0,1919 \times e^{0,1201 \times 72} = 1\,092,71 \text{ td}$$

Vì $E_{\text{obs}} < E_{\text{pred}}$ nên kết luận là hiển thị 70 Hz không nhấp nháy.

CHÚ THÍCH 14: Nếu các phép tính được thực hiện có sử dụng một hằng số phân rã chất phát quang (P39) $\alpha = 3,040 \times 10^{-2}$ s, thì hiển thị 60 Hz sẽ không nhấp nháy.

A.2 Thuật toán để dự đoán độ nhấp nháy của hiển thị

A.2.1 Nguyên lý

Sử dụng một thuật toán để đánh giá hiển thị có nhấp nháy hay không.

A.2.2 Tính CFF trung bình của hiển thị

CFF trung bình được tính theo công thức:

$$\overline{CFF} = 34,9 + 17,6 \lg(L_t) \quad (\text{A.5})$$

trong đó L_t là độ chói hiển thị theo 6.3. Công thức A.5 dựa trên dữ liệu trung bình nhóm vật lý cho một màn hình sáng (phân cực dương) có chất phát quang nhanh (P31) tương ứng góc thấy 70 °. Do đó công thức bao gồm yêu cầu trường hiển thị ngoại vi không nhấp nháy.

A.2.3 Đánh giá khả năng thay đổi giữa các đối tượng

Sai lệch tiêu chuẩn đối với sự khác biệt giữa các cá thể, σ_{int} , được cho trong Bảng A.2.

Bảng A.2 – Sai lệch tiêu chuẩn và khác biệt giữa các cá thể

Độ chói màn hình trung bình, cd/m^2	25	50	100	200	400
σ_{int} , Hz	5,71	5,28	5,78	6,93	8,29

A.2.4 Xác định tiêu chí phân vị

Phân bố các đối tượng trong phép đo CFF chủ yếu là phân bố Gauss. Hệ quả là nếu sử dụng nhóm thứ 95, nghĩa là 95 % đối tượng sẽ nhận thấy màn hình không nhấp nháy, theo đó tiêu chí này tương ứng với $1,65 \sigma_{\text{int}}$.

A.2.5 Tính giá trị tiêu chuẩn

Cho nhóm tiêu chí phân vị thứ 95, giá trị CFF tiêu chuẩn trở thành

$$CFF_{\text{tiêu chuẩn}} = \overline{CFF} + 1,65 \sigma_{\text{int}}$$

Nếu tốc độ làm mới cao hơn $CFF_{\text{tiêu chuẩn}}$ thì màn hình được coi là không nhấp nháy.

Ví dụ: Đối với hiển thị có độ chói trung bình là 100 cd/m^2 , CFF trung bình là $70,1 \text{ Hz}$. Vì $\sigma_{\text{int}} = 5,78 \text{ Hz}$ nên $CFF_{\text{tiêu chuẩn}}$ sẽ là

$$70,1 + 1,65 \times 5,78 = 79,6 \text{ Hz}$$

CHÚ THÍCH 15: Đối với chất phát quang chậm (ví dụ như P39), dữ liệu ban đầu chỉ ra rằng cần đặt giới hạn thấp hơn khoảng 5 Hz .

Phụ lục B

(tham khảo)

Phương pháp thực nghiệm để đánh giá độ không ổn định theo không gian và thời gian (giật ảnh và nhấp nháy) của màn hình

B.1 Qui định chung

Người tiến hành thử nghiệm cần phải là mẫu đại diện cho người sử dụng dự tính (các đối tượng thực hiện công việc văn phòng như đã qui định trong điều 1) về khía cạnh yếu tố phù hợp đối với các thiết bị được thử nghiệm. Cần sử dụng ít nhất là 20 đối tượng để thử nghiệm.

Khi thử nghiệm các ký tự sáng trên nền tối, cần hiển thị nhiều nhất các ký tự như xuất hiện trong hoạt động bình thường.

B.2 Qui trình

- a) Điều chỉnh ánh sáng xung quanh đến $(250 + 250 \cos A)$ lx như đo được ở màn hình.
- b) Làm đầy màn hình bằng các ký tự.
- c) Điều chỉnh độ chói hiển thị đến mức qui định trong 6.3.
- d) Đặt màn hình ở khoảng cách nhìn thiết kế tính từ vị trí người quan sát.
- e) Đặt màn hình:
 - 1) 30° lệch khỏi hướng của người quan sát; và sau đó
 - 2) hướng thẳng đến người quan sát.

B.3 Báo cáo

Hiển thị được báo cáo là không nhấp nháy và không giật ảnh nếu không xuất hiện nhấp nháy và giật ảnh với ít nhất 90 % người tiến hành thử nghiệm.

Phụ lục C

(tham khảo)

Phương pháp thử nghiệm so sánh tính năng cho người sử dụng

Phương pháp thử nghiệm này đang được xem xét về khả năng ứng dụng làm phương pháp thay thế để thử nghiệm sự phù hợp với tiêu chuẩn này. Các tổ chức thử nghiệm cần phải nêu kinh nghiệm về kỹ thuật này cùng với các tài liệu chứng minh, cụ thể là sử dụng phương pháp thống kê.

C.1 Nguyên lý

Qui trình thử nghiệm này liên quan đến việc phát hiện và nhận biết các ký tự trên màn hình. Qui trình này dùng để đánh giá hiệu quả của hiển thị trong việc trình bày các ký tự chữ–số cho người sử dụng. Hiệu quả ở đây có nghĩa là người sử dụng có thể phát hiện và nhận biết ảnh chính xác, nhanh chóng và thuận tiện. Tính năng người sử dụng được qui định về độ chính xác và tốc độ đạt được nhờ các đối tượng thử nghiệm trong thử nghiệm phát hiện, nhận biết và mức bất tiện.

Tính năng người sử dụng trên màn hình, xét về màn hình thử nghiệm, được so sánh với tính năng trên một màn hình chuẩn đáp ứng các yêu cầu bắt buộc của điều 5. Thử nghiệm được tiến hành trong môi trường văn phòng mô phỏng sử dụng người có thị lực bình thường hoặc đã được điều tiết. Điều này cùng với các điều kiện thử nghiệm khác được mô tả dưới đây.

Mỗi đối tượng trải qua quá trình thử nghiệm hai lần, một lần với màn hình thử nghiệm và một lần với màn hình chuẩn (trình tự thể hiện được cân bằng giữa các đối tượng).

Chương trình thử nghiệm cần lưu ý đến hướng dẫn của nhà chế tạo về lắp đặt và sử dụng. Việc đánh giá cần được tiến hành với sự tham gia của người được đào tạo về đánh giá hành vi con người.

C.2 Người tiến hành thử nghiệm

Người tiến hành thử nghiệm cần phải là mẫu đại diện cho người sử dụng dự tính (những người thực hiện các công việc văn phòng như qui định trong phạm vi áp dụng) về khía cạnh các yếu tố thích hợp với thiết bị được thử nghiệm. Hướng dẫn để ước lượng số lượng đối tượng cần thiết được nêu ở C.10.

Những người tiến hành thử nghiệm cần được đảm bảo về khả năng hiển thị bao gồm, ví dụ, các thử nghiệm truyền thẳng, truyền ra bên, chuẩn màu và độ nhạy tương phản. Những người tiến hành thử nghiệm cần có độ nhạy gần không nhỏ hơn 0,5 (hiệu chỉnh nếu cần) tại khoảng cách nhìn thiết kế.

C.3 Màn hình

Màn hình thử nghiệm phải là sản phẩm trong sản xuất hoặc sản phẩm trước sản xuất có đầy đủ các đặc trưng. Màn hình phải có tất cả các bộ lọc, chống lóa và bộ lọc phản xạ và phải được xử lý như sản phẩm trong sản xuất.

Màn hình chuẩn cần được nhà cung ứng màn hình thử nghiệm cung cấp hoặc chỉ định và phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu bắt buộc của điều 5.

Cả hai màn hình cần được bật trong một thời gian đủ để bảo đảm rằng chúng được làm nóng hoàn toàn. Các màn hình phải được ghi nhãn để phân biệt, ví dụ: "màn hình 1", "màn hình 2". Người tiến hành thử nghiệm không được biết màn hình nào là màn hình thử nghiệm và màn hình nào là màn hình chuẩn.

C.4 Trạm làm việc để thử nghiệm và môi trường thử nghiệm

C.4.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm cần được tiến hành trong một vùng không có các ảnh hưởng và can nhiễu bên ngoài làm ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Các điều kiện xung quanh cần thuận lợi và ổn định trong suốt phiên thử nghiệm.

C.4.2 Môi trường

Các điều kiện dưới đây rất quan trọng trong việc xác định môi trường thích hợp để thử nghiệm. Vì là các điều kiện thử nghiệm nên các yêu cầu nêu sau đây là để giảm thiểu khả năng ảnh hưởng của các thay đổi bên ngoài đến việc thực hiện công việc.

C.4.2.1 Tọa âm

Mức tọa âm nền trong quá trình thử nghiệm đo được tại vị trí đầu của người tiến hành thử nghiệm cần nhỏ hơn 55 dB(A).

C.4.2.2 Nhiệt độ môi trường

Thử nghiệm phải được tiến hành ở các điều kiện cho trong Bảng C.1.

Bảng C.1 – Nhiệt độ môi trường

Nhiệt độ không khí	từ 19 °C đến 26 °C
Độ ẩm tương đối	từ 40 % đến 60 %
Vận tốc không khí	≤ 0,15 m/s

C.4.2.3 Ánh sáng

Môi trường thử nghiệm cần được thiết kế để mô phỏng môi trường làm việc. Độ sáng xung quanh cần được đo tại tâm của màn hình trên mặt phẳng tiếp xúc với màn hình. Độ chiếu sáng nhỏ nhất là $(250 + 250 \cos A)$ lx, trong đó A là góc tạo bởi mặt phẳng tiếp xúc với tâm màn hình và mặt phẳng nằm ngang.

Độ chói của ký hiệu hoặc độ chói nền (chọn giá trị nào lớn hơn) của màn hình chuẩn cần được đặt theo 6.3.

Độ chiếu sáng xung quanh cần được thiết kế để giảm thiểu lóa. Cần phải tránh mức phản xạ đáng kể phản chiếu trên mặt màn hình. Các bề mặt trong phòng thử nghiệm cần có hệ số phản xạ trong phạm vi dải chỉ ra trong Bảng C.2.

Bảng C.2 – Dải hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng thử nghiệm

Nguồn	Hệ số phản xạ, %
Trần	70 đến 80
Tường	30 đến 50
Sàn	10 đến 30
Đồ đạc	20 đến 50

Những người tiến hành thử nghiệm cần được điều tiết mắt theo ánh sáng bằng cách ngồi trong phòng thử nghiệm hoặc trong phòng được chiếu sáng tương đương trong 15 min trước khi thử nghiệm. Người tiến hành thử nghiệm cần được giữ ở mức điều tiết này trong suốt quá trình thử nghiệm.

C.4.3 Trạm làm việc để thử nghiệm

Màn hình và thiết bị kết nối (ví dụ như bàn phím) cần được đỡ bằng một bề mặt làm việc có kích thước, chiều cao và chất lượng bề mặt thích hợp (xem ISO 9241-5). Khoảng cách nhìn đến màn hình cần bằng khoảng cách nhìn thiết kế (xem 5.1) và góc ngắm cần bằng từ 0° đến 60° bên dưới mặt phẳng nằm ngang (xem 5.2).

Người tiến hành thử nghiệm cần được ngồi trên ghế thỏa mãn các yêu cầu của ISO 9241-5.

C.5 Hình ảnh thử nghiệm

Hình ảnh thử nghiệm là một bộ ký tự kết hợp với bộ ký tự chữ mã hóa một byte gồm 8-bit như cho trong Bảng 1 đến Bảng 3 liên quan đến VDT 8-bit trong ISO/IEC 4873¹⁾. Mỗi thử nghiệm sẽ sử dụng một bộ

¹⁾ ISO/IEC 4873:1991, Công nghệ thông tin – Mã 8-bit ISO để trao đổi thông tin – Kết cấu và nguyên tắc áp dụng.

ký tự hoàn chỉnh hoặc một tập hợp con qui định, ví dụ: ISO/IEC 646²⁾ đối với VDT 7-bit. Cần sử dụng cùng một bộ ký tự cho cả hai loại màn hình.

C.6 Làm quen với hình ảnh thử nghiệm

Trước khi thử nghiệm, cần phải xác định rằng những người tiến hành thử nghiệm quen thuộc với từng ký tự trong bộ ký tự thử nghiệm.

C.7 Qui trình

Qui trình sau đây được đề xuất làm hướng dẫn để tiến hành thử nghiệm. Mục đích của qui trình là để tiến hành thử nghiệm một cách chính xác và tin cậy. Bất cứ sự thay đổi nào so với đề xuất này đều cần phải hướng vào việc nâng cao tính chính xác và độ tin cậy của thử nghiệm. Qui trình thử nghiệm phải được thiết kế để dễ thực hiện và tránh cho người tiến hành thử nghiệm bị quá tải.

Cần nhấn mạnh rằng mục đích của thử nghiệm là để so sánh tính năng người sử dụng của hai hiển thị.

Người tiến hành thử nghiệm cần được tạo điều kiện để điều chỉnh màn hình thử nghiệm (không phải màn hình chuẩn) theo mức ưa thích về độ sáng và độ tương phản.

Các ký tự thử nghiệm được biểu diễn theo khối gồm ba hàng, mỗi hàng gồm năm ký tự. Hàng giữa là hàng thử nghiệm để tính đến ảnh hưởng của khoảng cách giữa các dòng. Mỗi ký tự thử nghiệm cần được đặt ngẫu nhiên trong mỗi hàng thử nghiệm ít nhất là hai lần trong đợt thử nghiệm.

Tâm của khối thử nghiệm cần được đặt càng gần càng tốt với mỗi trong số năm vị trí dưới đây (xem Hình 11):

- a) góc trái phía trên, dọc theo đường chéo, cách góc đó 10 % đường chéo;
- b) góc phải phía trên, dọc đường chéo, cách góc đó 10 % đường chéo;
- c) tâm của màn hình;
- d) góc trái phía dưới, dọc đường chéo, cách góc đó 10 % đường chéo;
- e) góc phải phía dưới, dọc đường chéo, cách góc đó 10 % đường chéo;

Trước khi hiển thị các khối, cần có một tín hiệu khởi động bằng hình ảnh hoặc âm thanh để báo hiệu cho người tiến hành thử nghiệm. Năm khối thử nghiệm ở năm vị trí được thể hiện đồng thời sau khi kết thúc tín hiệu báo hiệu 0,5 s và hiển thị cho đến khi người tiến hành thử nghiệm nhận biết được hoàn toàn các khối.

Người tiến hành thử nghiệm được hướng dẫn để nhận biết các ký tự trong hàng thử nghiệm của mỗi khối, từ phía trên bên trái xuống phía dưới bên phải. Đối với việc hướng dẫn thực hiện thử nghiệm, người tiến hành thử nghiệm cần được thông báo về tầm quan trọng của tốc độ và độ chính xác.

²⁾ ISO/IEC 646:1991, Công nghệ thông tin – Bộ mã ký tự 7-bit ISO dùng trong trao đổi thông tin.

Cần ghi lại thời gian từ khi xuất hiện các khối thử nghiệm đến khi có phản ứng của người tiến hành thử nghiệm đối với chữ cái cuối cùng của khối cuối cùng, với độ chính xác 100 ms hoặc tốt hơn.

Tập hợp các khối thử nghiệm tiếp theo cần được hiển thị ngay sau khi kết thúc đáp ứng của tập hợp trước.

CHÚ THÍCH 16: Qui trình thử nghiệm cho phép sử dụng phương pháp đáp ứng thích hợp bất kỳ (ví dụ bằng bàn phím). Điểm quan trọng là qui trình và biện pháp nhận biết được sử dụng cho cả màn hình thử nghiệm lẫn màn hình chuẩn.

C.8 Đánh giá sự bất tiện

C.8.1 Qui trình

Khi kết thúc thử nghiệm đối với màn hình nhìn thấy đầu tiên, những người tiến hành thử nghiệm cần được yêu cầu đánh giá khả năng chấp nhận của màn hình liên quan đến các đặc điểm quan trọng về sự bất tiện trực quan. Đối với một nửa số người tiến hành thử nghiệm, màn hình nhìn thấy đầu tiên sẽ là màn hình thử nghiệm, và đối với số người còn lại, màn hình nhìn thấy đầu tiên sẽ là màn hình chuẩn. Những người tiến hành thử nghiệm không được thông báo màn hình nào là màn hình thử nghiệm và màn hình nào là màn hình chuẩn. Các mức cần sử dụng và chỉ dẫn cần cung cấp cho người tiến hành thử nghiệm được qui định dưới đây.

Sau khi quan sát màn hình thứ hai, người tiến hành thử nghiệm cần đánh giá so sánh khả năng chấp nhận so với màn hình nhìn thấy đầu tiên, theo từng mức. Các mức được sử dụng và chỉ dẫn cần cung cấp đều được qui định.

CHÚ THÍCH 17: Những người tiến hành thử nghiệm sử dụng một mức liên tục có khoảng cách giả để xếp loại khả năng chấp nhận của màn hình đầu tiên để ghi lại lượng lớn nhất thông tin về từng đánh giá. Thông tin này sau đó được dùng làm chuẩn cho người tiến hành thử nghiệm khi thực hiện việc đánh giá so sánh về khả năng chấp nhận của màn hình thứ hai.

C.8.2 Mức dùng để đánh giá sự bất tiện

Cần cung cấp bảng trả lời trên Hình C.1 cho từng người tiến hành thử nghiệm sau khi kết thúc thử nghiệm đối với màn hình thứ nhất, và cung cấp tiếp sau khi kết thúc thử nghiệm đối với màn hình thứ hai.

C.8.3 Chỉ dẫn cho người tiến hành thử nghiệm

Cần cung cấp cho từng người tiến hành thử nghiệm các chỉ dẫn bằng lời dưới đây để giải thích cần thực hiện các đáp ứng như thế nào:

- a) Chỉ dẫn đối với màn hình nhìn thấy đầu tiên

TCVN 7318-3 : 2003

“Bạn hãy đưa ra đánh giá của mình về màn hình bạn vừa sử dụng theo các đặc điểm cho trên bảng. Đối với mỗi đặc điểm, bạn hãy đánh dấu cộng vào dòng phía bên trái của đặc điểm ở vị trí ứng với đánh giá của bạn”

b) Chỉ dẫn đối với màn hình nhìn thấy thứ hai

“Bạn hãy đưa ra đánh giá của mình về màn hình thứ hai theo các đặc điểm nêu trong bảng. Đối với mỗi đặc điểm bạn hãy tham khảo đánh giá của bạn về màn hình thứ nhất được chỉ ra ở vị trí dòng đánh dấu cộng trước đó. Sau đó bạn cần chỉ ra màn hình thứ hai tồi hơn, tương đương hay tốt hơn bằng cách đánh dấu vào ô trống tương ứng”.

Hãy cho biết đánh giá của bạn về mức độ bất tiện của từng màn hình theo các chỉ dẫn:

Màn hình thứ nhất (Đánh dấu cộng lên dòng)		Các đặc điểm	Màn hình thứ hai (Đánh dấu ô thích hợp)		
Không	Rất tồi	mắt không thoải mái	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....
Không	Rất tồi	khô mắt	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....
Không	Rất tồi	khó chịu ở mi mắt	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....
Không	Rất tồi	khó tập trung	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....
Không	Rất tồi	tư thế không thoải mái *)	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....
Không	Rất tồi	đau đầu	Tồi hơn	Như nhau	Tốt hơn
.....

*) Màn hình ép vị trí cực của thân có thể dẫn đến sự không thoải mái.

Hình C.1 – Bảng trả lời

C.8.4 Cho điểm

Nếu màn hình nhìn thấy thứ hai là màn hình thử nghiệm thì đánh giá so sánh đối với màn hình thứ hai được người thử nghiệm cho điểm như sau:

tồi hơn = - 1

như nhau = 0

tốt hơn = + 1

Nếu màn hình nhìn thấy thứ hai là màn hình chuẩn thì đánh giá so sánh đối với màn hình thứ hai được người thử nghiệm cho điểm như sau:

tồi hơn = + 1

như nhau = 0

tốt hơn = - 1

Để tính tổng điểm bất tiện đối với mỗi người tiến hành thử nghiệm, ta cộng các điểm riêng cho mỗi mức với nhau. Từ đó có được tổng điểm trong khoảng từ -6 đến +6, trong đó điểm dương chỉ ra rằng màn hình thử nghiệm được đánh giá là thuận tiện hơn màn hình chuẩn và điểm âm chỉ ra rằng màn hình thử nghiệm được đánh giá là kém thuận tiện so với màn hình chuẩn. Điểm “không” chỉ ra rằng màn hình thử nghiệm và màn hình chuẩn được đánh giá là thuận tiện ngang nhau. Các mức riêng (từ -6 đến +6) có thể được xử lý thống kê sử dụng phương pháp mô tả dưới đây.

C.9 Kết quả thử nghiệm

Các kết quả thử nghiệm dưới đây được tính cho mỗi người tiến hành thử nghiệm:

- tỷ lệ lỗi trung bình ở tất cả các ký tự thử nghiệm đối với màn hình thử nghiệm và màn hình chuẩn;
- thời gian trung bình trên một khối đối với màn hình thử nghiệm và màn hình chuẩn;
- đánh giá so sánh sự bất tiện.

C.10 Xử lý thống kê các kết quả

Xử lý thống kê các kết quả liên quan đến việc so sánh màn hình thử nghiệm với màn hình chuẩn về mỗi trong số ba phương diện. Giả thiết không, H_0 , là không có khác biệt giữa điểm của màn hình thử nghiệm và màn hình chuẩn. Giả thiết đối, H_1 , là điểm cho màn hình thử nghiệm kém đáng kể so với điểm cho màn hình chuẩn. Do đó, thử nghiệm “một phía” sẽ thích hợp để đánh giá xem màn hình thử nghiệm có kém so với màn hình chuẩn hay không.

Qui trình để thử nghiệm sự phù hợp này liên quan đến việc đặt các mức của các tham số sau: (Giá trị lựa chọn phản ánh ở số lượng người tiến hành thử nghiệm cần để loại bỏ giả thiết trống.)

- Rủi ro của nhà chế tạo. Đây là rủi ro loại bỏ một màn hình thử nghiệm khi nó cần được chấp nhận. Giá trị phù hợp là 0,05.
- Rủi ro của người sử dụng. Đây là rủi ro chấp nhận một màn hình thử nghiệm khi nó cần được loại bỏ. Khả năng này là 0,05 (nghĩa là, 1 trong 20 khả năng chấp nhận một màn hình thử nghiệm mà trong thực tế kém so với màn hình chuẩn).
- Kích thước chênh lệch giữa các phương thức trong từng biện pháp có ý nghĩa thực tiễn hoặc hoạt động. D là chênh lệch này biểu diễn theo Đơn vị Sai lệch Tiêu chuẩn và giá trị 0,75 đại diện cho chênh lệch về tính năng khoảng 15 %.

CHÚ THÍCH 18: Các giá trị được rút ra từ dữ liệu thực nghiệm thu được trong quá trình xây dựng phương pháp thử nghiệm. Các tổ chức thử nghiệm cần phải báo cáo dữ liệu thu được để tăng độ tin cậy và tính nhạy bén của phương pháp thử nghiệm này và để thiết lập các giá trị thích hợp cho các thông số này.

Số lượng người tiến hành thử nghiệm yêu cầu (N) được xác định như sau:

$$N = \frac{2(U_{\alpha} + U_{\beta})^2}{D^2}$$

trong đó

U_{α} là độ lệch thông thường của rủi ro của nhà chế tạo, α ;

U_{β} là độ lệch thông thường của rủi ro của người sử dụng, β ;

D là chênh lệch giữa các phương thức trong từng biện pháp có ý nghĩa thực tiễn hoặc hoạt động, biểu diễn theo Đơn vị độ lệch Tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 19: Đối với $\alpha = 0,05$ và $\beta = 0,05$, $U_{\alpha} = 1,96$ và $U_{\beta} = 1,96$.

Khi thiết lập được số lượng người tiến hành thử nghiệm cần thiết và thu thập được các dữ liệu theo qui trình mô tả trên đây, tiến hành thử nghiệm–t theo cách thông thường để xác định tỷ lệ sai lỗi trung bình trong toàn bộ các ký tự thử nghiệm, thời gian trung bình trên một khối và đánh giá so sánh về sự bất tiện.

Tính toán cho thấy có thể cần số lượng người tiến hành thử nghiệm tương đối lớn để thu được các giá trị α , β và D yêu cầu. Qui trình thay thế và tiết kiệm hơn là sử dụng các thử nghiệm tuần tự (ví dụ như thử nghiệm–t tuần tự của Barnard), trong đó các kết quả của từng thử nghiệm được biết trước khi thu được các dữ liệu của người tiến hành thử nghiệm tiếp theo. Các qui trình này tương đối lạ trong khoa học hành vi nhưng lại được sử dụng rộng rãi trong thanh tra công nghiệp và kiểm tra chất lượng, là qui trình lý tưởng thích hợp để cải thiện hiệu quả chi phí của thử nghiệm sự phù hợp.

Thông tin thêm về khía cạnh thống kê của thử nghiệm sự phù hợp, xem Brigham, F.R. Phương pháp thống kê để thử nghiệm sự phù hợp của sản phẩm với các tiêu chuẩn về tính năng người sử dụng, Hành vi và công nghệ thông tin, 8 (4), trang 279–283.

C.11 Sự phù hợp

Sự phù hợp đạt được khi màn hình thử nghiệm kém không đáng kể về mọi mặt, nghĩa là, về tỷ lệ sai lỗi trung bình, thời gian trung bình trên một khối và sự bất tiện, so với màn hình chuẩn.

C.12 Tính bảo mật

Cần đảm bảo tính bảo mật của điểm số thử nghiệm riêng rẽ. Điểm số không được lộ ra ngoài tổ chức thử nghiệm bằng cách bất kỳ có thể nhận ra tên của cá thể. Thử nghiệm thực nghiệm cần tuân thủ các nguyên tắc chi phối tư cách đạo đức con người.

Phụ lục D

(tham khảo)

Tài liệu tham khảo

- [1] ISO 6385:1981, Ergonomic principles in the design of work systems (Các nguyên tắc về ergonomi trong thiết kế hệ thống công việc)
- [2] ISO 9241-5:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 5: Workstation layout and postural requirements (Yêu cầu về ergonomi đối với công việc văn phòng có sử dụng thiết bị hiển thị (VDT) – Phần 5: Yêu cầu về bố trí trạm làm việc và các tư thế)
- [3] ISO 9241-7:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 7: Display requirements with reflections (Yêu cầu về ergonomi đối với công việc văn phòng có sử dụng thiết bị hiển thị (VDT) – Phần 7: Yêu cầu hiển thị có phản xạ)
- [4] ISO 9241-8:1997, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours (Yêu cầu nâng cao hiệu quả công việc văn phòng có sử dụng thiết bị hiển thị (VDT) – Phần 8: Yêu cầu về màu hiển thị)
- [5] CIE 69:1987, Methods of characterising Luminance Meters and Illuminance Meters (Phương pháp xác định đặc tính của thiết bị đo độ chói và thiết bị đo độ sáng)
- [6] CRAWFORD, B.H. The dependence of pupil size upon external light stimuli under static and variable conditions. Proceedings of the Royal Society (London), B121:373 (1936) (Sự phụ thuộc của kích thước con người vào kích thích ánh sáng bên ngoài dưới các điều kiện ổn định và thay đổi. Biên bản lưu của Viện Hoàng Gia (London), B121:373 (1936))
- [7] DELANGE, H. Dzn. Eye's response at flicker fusion to square-wave modulation of a test field surrounded by a large steady field of equal mean luminance. Journal of the Optical Society of America, 51 (4): pp. 415-421 (1961) (Phản ứng của mắt với nhấp nháy tập trung ở điều biến sóng vuông của trường thử nghiệm bao quanh bởi một trường ổn định lớn có cùng độ sáng trung bình. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 51 (4): trang 415 – 421 (1961))
- [8] ERIKSSON, S. and BAECKSTROEM, L. Temporal and spatial stability in visual displays. In: Selected papers presented at the Conference on Work With Display Units. (KNAVE, B. and WIDEBECK, P.G., eds.) North Holland: 1987, pp. 461-473 (Độ ổn định không gian và thời gian trong hiển thị. Trong: Các bài báo được chọn trình bày tại Hội nghị về Làm việc với thiết bị hiển thị. (KNAVE, B. và WIDEBECK, P.G., eds). Bắc Hà Lan: 1987, trang 461 – 473)
- [9] FARRELL, J.E. An analytical method for predicting perceived flicker. Behaviour and Information Technology. 5 (4): pp. 349-358 (1986) (Phương pháp phân tích để dự đoán độ nhấp nháy tiếp nhận. Hành vi và công nghệ thông tin, 5(4): trang 349-358 (1986))

- [10] FARRELL, J.E. Objective methods for evaluating screen flicker. In: Selected papers presented at the Conference on Work With Display Units. (KNAVE, B. and WIDEBECK, P.G., eds.). North Holland: 1987, pp. 449-460 (Phương pháp khách quan để đánh giá độ nhấp nháy hiển thị. Trong: Các bài báo được chọn trình bày trong Hội nghị về Làm việc với thiết bị hiển thị. (KNAVE, B. và WIDEBECK, P.G., eds). Bắc Hà Lan: 1987, trang 449 – 460)
- [11] FARRELL, J.E., BENSON, B.L và HAYNIE, C.R. Predicting nicker thresholds for Video Display Terminals. Proceedings of the Society for Information Display, 28 (4): pp. 449-453 (1987) (Dự đoán ngưỡng nhấp nháy đối với thiết bị hiển thị. Biên bản lưu của Viện nghiên cứu hiển thị thông tin, 28(4): trang 449-453 (1987))
- [12] FARRELL, J.E., CASSON, E.J, HAYNIE, C.R and BENSON, B.L. Designing flicker-free video display terminals. Displays, (July): pp. 115-122 (1988) (Thiết kế thiết bị hiển thị không nhấp nháy. Hiển thị, (tháng 7): trang 115-122 (1988))
- [13] KELLY, D.H. Visual response to time-dependent stimuli, I. Amplitude sensitivity measurements. Journal of the Optical Society of America, 49 (4): pp. 422-429 (1961) (Phản ứng thị giác đối với tác nhân kích thích phụ thuộc thời gian, I. Phép đo độ nhạy biên độ. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 49(4): trang 422-429 (1961))
- [14] KELLY, D.H. Visual response to time-dependent stimuli, III. Individual variations. Journal of the Optical Society of America, 52 (1): pp. 89-95 (1962) (Phản ứng thị giác đối với tác nhân kích thích phụ thuộc thời gian, III. Các biến độc lập. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 52(1): trang 89-95 (1962))
- [15] KELLY, D.H. Sine waves and flicker fusion. In: Flicker. (HENKES, H.E. and VAN DER TWEEL, L.H., eds). The Hague: Junk, 1964, pp. 16-35 (Sóng hình sin và hợp nhất độ nhấp nháy. Trong: Độ nhấp nháy. (HENKES, H.E và VAN DE TWEEL, L.H, eds). Hague: Junk, 1964, trang 16-35)
- [16] KELLY, D.H. Diffusion model of linear flicker responses. Journal of the Optical Society of America, 59 (12): pp. 1665-1670 (1969) (Mô hình khuếch tán của đặc tuyến nhấp nháy tuyến tính. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 59(12): trang 1665-1670 (1969))
- [17] KELLY, D.H. Theory of flicker and transient responses, I. Uniform fields. Journal of the Optical Society of America, 61 (4): pp. 537-546 (1974) (Lý thuyết về độ nhấp nháy và đáp tuyến quá độ, I. Trường đồng nhất. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 61(4): trang 537-546 (1974))
- [18] KELLY, D.H. Spatio-temporal frequency characteristics of color-vision mechanisms. Journal of the Optical Society of America. 64.pp. 983-990 (1974) (Đặc tính tần số không gian – thời gian của cơ cấu hiển thị màu. Tạp chí của Hội Quang học Mỹ, 64: trang 983-990 (1974))
- [19] OPPENHEIM, A.V. và WILLSKY, A.S. Signals and Systems. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1983 (Tín hiệu và hệ thống. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, inc, 1983)

[20] ROGOWITZ. B.E. Measuring perceived flicker on visual displays. In: Ergonomics and Health in Modern Offices. (GRANDJEAN, E., ed.). London: Taylor and Francis, 1984, pp. 285-293 (Đo độ nhấp nháy tiếp nhận trên hiển thị. Trong: Khoa học lao động và Sức khỏe trong văn phòng hiện đại. (GRANDJEAN, E., ed). London: Taylor và Francis, 1984, trang 285-293)

[21] CIE 15.2:1986, Colorimetry (Thiết bị đo màu)

[22] CIE 17.4:1986, International Lighting Vocabulary (Từ vựng về chiếu sáng quốc tế)

