TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8691 : 2011

Xuất bản lần 1

HỆ THỐNG THÔNG TIN CÁP SỢI QUANG PDH – YÊU CẦU KỸ THUẬT

PDH optical fibre transmition systems - Technical requirement

HÀ NỘI - 2011

1 Phạm vi áp dụng 5
2 Tài liệu viện dẫn 5
3 Thuật ngữ và định nghĩa 6
4 Chữ viết tắt 7
5 Yêu cầu kỹ thuật 7
5.1 Yêu cầu về tốc độ truyền dẫn 7
5.2 Yêu cầu về giao diện điện 7
5.2.1 Chỉ tiêu tín hiệu đầu ra, đầu vào 7
5.2.2 Chỉ tiêu về lỗi bit 7
5.2.3 Chỉ tiêu về rung pha 7
5.3 Yêu cầu đối với đường quang 8
5.3.1 Môi trường truyền dẫn 8
5.3.2 Độ dài đoạn lặp 8
5.3.3 Chỉ tiêu về lỗi 8
5.3.4 Nguồn phát quang 10
5.3.5 Dải bước sóng công tác 10
5.3.6 Dải động đầu thu quang 10
5.3.7 Các giới hạn cho phép đối với đường quang sợi đa mode 10
5.3.8 Các giới hạn cho phép đối với đường quang sợi đơn mode 10
5.3.9 Suy hao dự phòng 11
5.3.10 Hệ thống áp dụng cho tuyến ngắn 11
5.4 Yêu cầu về xác định lỗi và cảnh báo 11
5.5 Yêu cầu đối với bộ ghép nối 12
5.6 Yêu cầu về cấp nguồn 12
5.7 Phương pháp đo một số chỉ tiêu hệ thống thông tin quang 12
5.7.1 Phương pháp đo lỗi bit và rung pha 12
5.7.2 Phương pháp đo tín hiệu đầu vào, đầu ra giao diện điện 12
5.7.3 Phương pháp đo suy hao 12
Phụ lục A (Quy định) Sơ đồ tham chiếu của hệ thống thông tin quang 14
Phụ lục B (Quy định) Suy hao dự phòng hệ thống 15
Thư mục tài liệu tham khảo 16

Lời nói đầu

TCVN 8691:2011 được biên soạn trên cơ sở rà soát, chuyển đổi tiêu chuẩn ngành TCN 68-139:1995 "Hệ thống thông tin cáp sợi quang - Yêu cầu kỹ thuật", Khuyến nghị G.921, G.955 của ITU-T và một số tiêu chuẩn quốc gia liên quan.

TCVN 8691:2011 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Hệ thống thông tin cáp sợi quang PDH - Yêu cầu kỹ thuật

PDH optical fiber transmision systems - Technical requirement

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu kỹ thuật cơ bản đối với các tuyến thông tin cáp sợi quang PDH sử dụng trong mạng viễn thông.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng đối với các hệ thống thông tin cáp sợi quang có tốc độ 2 Mbit/s; 8 Mbit/s; 34 Mbit/s; 140 Mbit/s, làm việc với bước sóng 850 nm, 1 300 nm, 1 550 nm phù hợp với Khuyến nghị G.651.1, G.657 và G.652 của ITU-T và không bao gồm các hệ thống thông tin cáp sợi quang sử dụng kỹ thuật ghép bước sóng và khuếch đại quang.

Tiêu chuẩn này đảm bảo tính tương thích của hệ thống truyền dẫn quang tốc độ từ 2 Mbit/s đến 140 Mbit/s đối với việc ghép nối các thiết bị đầu cuối (như các thiết bị ghép kênh, tổng đài...).

Tiêu chuẩn này làm cơ sở kỹ thuật cho việc quản lý, đánh giá chất lượng các hệ thống truyền dẫn cáp sợi quang khi lắp đặt, bảo dưỡng.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu dưới đây là cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu có ghi năm công bố, áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu không có năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

ITU-T G.651.1 (07/2007), Characteristics of a 50/125 µm multimode graded index optical fibre cable for the optical access network *(Đặc tính cáp sợi quang đa mode 50/125 µm có chiết suất thay đổi đều dùng cho mạng truy nhập quang)*

ITU-T G.652 (03/2003), Characteristics of a single-mode optical fibre and cable *(Đặc tính cáp và sợi quang đơn mốt)*

ITU-T G.657 (11/2009), Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network *(Đặc tính cáp và sợi quang đơn mode không nhạy cảm với suy hao uốn cong dùng cho mạng truy nhập)*

ITU-T G.703 (11/2001), Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces *(Đặc tính vật lý/ điện của các giao diện phân cấp số)*

ITU-T G.823 (03/2000), Digital networks - Quality and availability targets - The control of jitter and wander

within digital networks which are base on the 2 048 kbit/s hierarchy *(Mạng thông tin số - Chất lượng và độ khả dụng – Kiểm soát trôi pha và rung pha trong mạng thông tin số dựa trên phân cấp 2 048 kbit/s)*

ITU-T G.826 (12/2002), End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections *(Đối tượng và tham số chỉ tiêu lỗi đầu cuối - đầu cuối của tuyến và đấu nối số có tốc độ bit không đổi)*

ITU-T O.171 (1996): Timing Jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the plesiochronous digital hierachy (PDH) *(Thiết bị đo định thời rung pha và trôi pha cho các hệ thống PDH)*

ITU-T M.550 and M.2100 (4/2003), Performance limits for bringing-into-services and manintenance of International PDH paths, sections and transmission systems *(Hạn định chỉ tiêu đối với việc đưa vào sử dụng và bảo dưỡng của các luồng, đoạn và hệ thống truyền dẫn PDH quốc tế)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Rung pha (jitter)

Những biến đổi ngắn hạn (>10 Hz) của vị trí xuất hiện bit so với vị trí chuẩn theo thời gian.

3.2

Trôi pha (wander)

Những biến đổi ngắn hạn (<10 Hz) của vị trí xuất hiện bit so với vị trí chuẩn theo thời gian.

3.3

Tỉ số lỗi bit (Bit Error Ratio – BER)

Tỉ số giữa số bit bị lỗi trên số bit truyền đi.

3.4

Phút suy giảm chất lượng (Degraded Minute - DM)

Phút trong khoảng thời gian khả dụng tín hiệu có tỉ số bit lỗi nằm trong khoảng từ $1x10^{-6}$ đến $1x10^{-3}$

3.5

Giây mắc lỗi (Errored Second - ES)

Giây trong khoảng thời gian khả dụng tín hiệu có tỉ số bit lỗi lớn hơn 0.

3.6

Giây mắc lỗi nghiêm trọng (Severely Errored Second - SES)

Giây trong khoảng thời gian khả dụng tín hiệu có tỉ số bit lỗi lớn hơn 10^{-3}.

4 Chữ viết tắt

Tiêu chuẩn này áp dụng các chữ viết tắt sau:

CMI Mã đảo dấu

UI Khoảng đơn vị

DC Dòng một chiều

PRBS Chuỗi nhị phân giả ngẫu nhiên

5 Yêu cầu kỹ thuật

5.1 Yêu cầu về tốc độ truyền dẫn

Tuyến thông tin cáp sợi quang trong phạm vi tiêu chuẩn này phải có khả năng truyền các tín hiệu với tốc độ danh định và sai số cho phép như trong Bảng 1.

Bảng 1 - Sai số cho phép của các tốc độ truyền dẫn

Tốc độ danh định, kbit/s	2 048	8 448	34 368	139 264
Sai số cho phép, phần triệu - ppm	± 50	± 30	± 20	± 15

5.2 Yêu cầu về giao diện điện

5.2.1 Chỉ tiêu tín hiệu đầu ra, đầu vào

Chỉ tiêu tín hiệu điện đầu ra, đầu vào của hệ thống thông tin cáp sợi quang tại các tốc độ 2 048 kbit/s, 8 448 kbit/s, 34 368 kbit/s, 139 264 kbit/s phải tuân thủ Khuyến nghị ITU-T G.703 (11/2001).

5.2.2 Chỉ tiêu về lỗi bit

Chỉ tiêu về lỗi bit của hệ thống thông tin cáp sợi quang trên cơ sở phân cấp 2 048 kbit/s tại giao diện điện phải tuân thủ Khuyến nghị ITU-T G.826 (12/2002).

5.2.3 Chỉ tiêu về rung pha

Các chỉ tiêu về rung pha tín hiệu điện đầu vào, đầu ra trong hệ thống thông tin cáp sợi quang trên cơ sở phân cấp 2048 kbit/s phải tuân thủ Khuyến nghị ITU-T G.823.

5.3 Yêu cầu đối với đường quang

5.3.1 Môi trường truyền dẫn

Các sợi quang đa mode theo Khuyến nghị ITU-T G.651.1 hoặc sợi quang đơn mode theo Khuyến nghị ITU-T G.652, G.657 phù hợp cho các hệ thống thông tin cáp sợi quang theo tiêu chuẩn này. Các sợi quang này có thể truyền tín hiệu trong vùng bước sóng 850 nm, 1 310 nm, 1 550 nm hoặc một vài bước sóng khác tùy thuộc vào kiểu sợi và hệ thống thực tế. Suy hao đường quang thích hợp phải được lựa chọn tùy thuộc vào đặc tính kết nối thực tế, loại sợi quang, suy hao phân nhánh, suy hao đầu nối, suy hao dự phòng, tốc độ bit và bước sóng công tác.

5.3.2 Độ dài đoạn lặp

Độ dài của đoạn lặp trong hệ thống thông tin cáp sợi quang, được xác định trên cơ sở các đặc tính sợi quang, thiết bị thu / phát quang cụ thể được sử dụng.

Phương pháp tính toán chi tiết độ dài đoạn lặp tham khảo Phụ lục I, Khuyến nghị ITU-T G.955 (1996).

5.3.3 Chỉ tiêu về lỗi

Đầu phát quang và đầu thu quang phải được thiết kế sao cho BER không được lớn hơn $1x10^{-10}$ trên đường quang giữa điểm S và R với các điều kiện nêu trong Bảng 2 đối với hệ thống sợi đa mode, và Bảng 3 đối với hệ thống sợi đơn mode.

Bảng 2 - Giới hạn cho phép đối với hệ thống thông tin sợi quang đa mode truyền tín hiệu quang đơn

Mức bit danh định kbit/s	Bước sóng danh định nm	Loại nguồn quang	Chỉ tiêu cho phép giữa điểm S và R với BER ≤ 10^{-10}	
			Suy hao cực đại, dB	Băng tần -3 dB nhỏ nhất, MHz
2 048	850	Lade	51	10
		LED	(Đang nghiên cứu)	10
	1 310	Lade	46	10
		LED	30	10
8 448	850	Lade	47	20
34 368	850	Lade	41	50
	1 310	Lade	35	50
		LED	22 (*)	50
139 264	850	Lade	35	100
	1 310	Lade	27	100
		LED	18(*)	100

(*) Giá trị tạm thời

Bảng 3 - Giới hạn cho phép đối với hệ thống thông tin sợi quang đơn mode truyền tín hiệu quang đơn

Mức bit danh định kbit/s	Bước sóng danh định nm	Loại nguồn phát	Chỉ tiêu cho phép giữa điểm S và R với BER ≤ 10^{-10}	
			Suy hao cực đại, dB	Tán sắc cực đại, ps/nm
2048	1310	Lade	46	N/A
8448	1310	Lade	40	N/A
34 368	1310	Lade	35	N/A
139 264	1310	Lade	28	215 (*)
	1550		28	(Đang nghiên cứu)

CHÚ THÍCH:

(*) Giá trị tán sắc cực đại đối với hệ thống 139 264 kbit/s hoạt động trên dải bước sóng 1 280 nm và 1 335 nm.

N/A: Không áp dụng

5.3.4 Nguồn phát quang

Đối với hệ thống thông tin quang dùng sợi đa mode có thể dùng các lade hoặc đi ốt phát quang làm nguồn phát quang.

Đối với hệ thống thông tin quang dùng sợi đơn mode nói chung dùng các lade làm nguồn phát quang. Tuy nhiên trong một số ít trường hợp có ứng dụng và tốc độ bit cụ thể, vẫn có thể dùng đi ốt phát quang làm nguồn phát quang.

5.3.5 Dải bước sóng công tác

Bước sóng công tác của tuyến thông tin quang tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng140 Mbit/s có thể sử dụng mọi bước sóng từ 820 nm đến 910 nm trong dải danh định 850 nm và từ 1 280 nm đến 1 335 nm trong dải danh định 1 310 nm. Bước sóng công tác của đường thông tin quang có tốc độ cao hơn có thể sử dụng mọi bước sóng từ 1 285 nm đến 1 330 nm trong dải danh định 1 310 nm.

Dải bước sóng xung quanh bước sóng danh định 1 550 nm còn đang được nghiên cứu.

Bước sóng công tác 1 310 nm và 1 550 nm tương đương với các tần số quang 229 THz và 193 THz.

5.3.6 Dải động đầu thu quang

Đầu thu quang phải đáp ứng tự động với một dải mức đầu vào để bù cho dung sai thiết bị, dung sai suy hao cáp, dải suy hao cáp và các ảnh hưởng do nhiệt độ, lão hóa.

5.3.7 Các giới hạn cho phép đối với đường quang sợi đa mode

Các giới hạn cho phép đối với đường quang giữa điểm S và R trên hệ thống cáp sợi quang đa mode sử dụng nguồn phát LED hoặc lade MLM có trong Bảng 2. Các giới hạn này đã tính đến cả dự phòng cáp M_c , toàn bộ suy hao và độ rộng băng thông quang -3 dB.

Các giới hạn này tương ứng với trường hợp xấu nhất lấy từ thực tế thiết kế hệ thống. Việc điều chỉnh cân bằng giữa các yếu tố băng thông quang, suy hao, tán sắc, mã hóa... có thể làm thay đổi các tham số này.

Việc tính toán suy hao giữa điểm S và R cần tính đến sự thay đổi suy hao sợi quang theo dải bước sóng thực tế của nguồn quang.

5.3.8 Các giới hạn cho phép đối với đường quang sợi đơn mode

Các giới hạn cho phép đối với đường quang giữa điểm S và R trên hệ thống cáp sợi quang đơn mode sử dụng nguồn phát LED hoặc lade MLM đã đưa ra trong Bảng 3. Các giới hạn này đã tính đến cả dự phòng cáp M_c, toàn bộ suy hao và độ rộng băng thông quang 3 dB.

Các giới hạn này tương ứng với trường hợp xấu nhất lấy từ thực tế thiết kế hệ thống. Việc điều chỉnh cân bằng giữa các yếu tố suy hao, tán sắc, mã hóa... có thể làm thay đổi các tham số này.

Việc tính toán suy hao giữa điểm S và R cần tính đến sự thay đổi suy hao sợi quang theo dải bước sóng thực tế của nguồn quang.

5.3.9 Suy hao dự phòng

5.3.9.1 Suy hao dự phòng thiết bị

Suy hao dự phòng thiết bị (M_e) phải bao hàm các suy hao do ảnh hưởng của thời gian và điều kiện ngoại cảnh đến các thạm số của thiết bị (như công suất phát, độ nhạy thu, sự giảm chất lượng các bộ nối của thiết bị).

Suy hao dự phòng thiết bị phụ thuộc vào đặc tính hệ thống, điều kiện môi trường, qui định bảo trì và được lựa chọn phù hợp với thực tế hệ thống.

Suy hao dự phòng thiết bị tối thiểu là 3 dB đối với hệ thống sử dụng lade có dùng ổn nhiệt, tách sóng PIN và môi trường trong nhà.

Suy hao dự phòng thiết bị tối thiểu lớn hơn 3 dB đối với hệ thống sử dụng đi ốt phát quang hoặc lade không dùng ổn nhiệt hoặc môi trường ngoài trời.

5.3.9.2 Suy hao dự phòng cáp

Suy hao dự phòng cáp (M_c) phải bao hàm các suy hao do:

- Thay đổi cấu trúc cáp trong tương lai (thêm mối hàn, tăng chiều dài cáp...);

- Sự biến đổi đặc tính cáp do điều kiện ngoại cảnh.

Suy hao dự phòng trên 1 km cáp không được nhỏ hơn suy hao của một mối hàn cáp đo tại bước sóng công tác.

5.3.10 Hệ thống áp dụng cho tuyến ngắn

Các giá trị giới hạn cho phép cho trong Bảng 2, 3 là yêu cầu tối thiểu đối với hệ thống truyền dẫn quang có độ dài đoạn lớn nhất. Tuy nhiên, đối với các hệ thống có độ dài đoạn nhỏ hơn thì các thiết bị kinh tế hơn sẽ được sử dụng. Các tham số cho các thiết bị này có thể khác hơn so với Bảng 2, Bảng 3 và được lựa chọn phù hợp với thực tế.

5.4 Yêu cầu về xác định lỗi và cảnh báo

Các thiết bị đầu cuối quang phải có khả năng xác định và cảnh báo các sự cố sau:

- Sự cố về nguồn nuôi của thiết vị đầu cuối;

- BER > 1×10^{-3} đối với giao diện điện;

- BER > 1×10^{-5} đối với hệ thống đường quang có tốc độ tới 8 448 kbit/s và BER > 1×10^{-6} đối với tốc độ cao hơn;

- Mất tín hiệu đầu thu;

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này có thể bỏ qua nếu cảnh báo BER > 1×10^{-3} chỉ thị khi mất tín hiệu thu.

- Mất tín hiệu đồng bộ;

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này có thể bỏ qua nếu BER > 1×10^{-3} chỉ thị khi mất tín hiệu đồng bộ.

- Mất tín hiệu đầu vào điện;

- Hỏng mô đun thiết bị;

- Hỏng phần mềm thiết bị.

5.5 Yêu cầu đối với bộ ghép nối

Các bộ ghép nối phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Suy hao xen cực đại từ 0,5 dB đến 1 dB;

- Suy hao phản hồi nhỏ nhất từ 23 dB đến 30 dB;

- Suy hao mối hàn phải nhỏ hơn 0,1 dB/1 mối đối với sợi đơn mode và nhỏ hơn 0,2 dB/ 1 mối đối với sợi đa mode.

5.6 Yêu cầu về cấp nguồn

Cấp nguồn tại chỗ cho các thiết bị đầu cuối quang phải là nguồn một chiều.

Trong trường hợp cấp nguồn từ xa cho các trạm lặp chỉ được cấp nguồn dòng một chiều.

5.7 Phương pháp đo một số chỉ tiêu hệ thống thông tin quang

5.7.1 Phương pháp đo lỗi bit và rung pha

Phương pháp đo lỗi bit của hệ thống thông tin quang tại giao diện điện: tuân thủ Khuyến nghị ITU-T M.550 và M.2100 (1/2003).

Phương pháp đo rung pha: tuân thủ Khuyến nghị ITU-T O.171.

5.7.2 Phương pháp đo tín hiệu đầu vào, đầu ra giao diện điện

Sử dụng thiết bị đo điện áp, điện trở, thiết bị đo hiện sóng có dải tần số, thang đo phù hợp để xác định các tham số chỉ tiêu tại giao diện điện của hệ thống thông tin quang.

5.7.3 Phương pháp đo suy hao

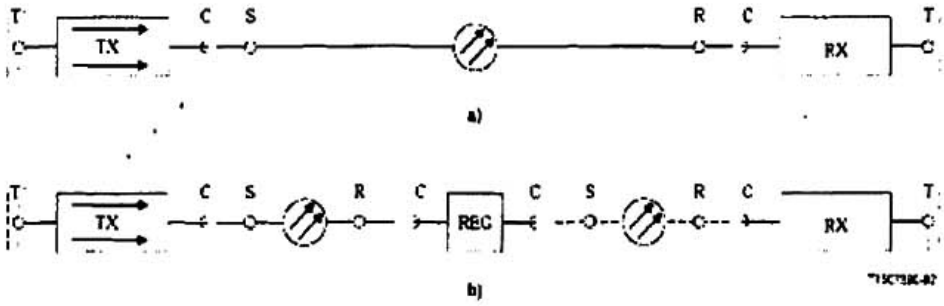
Suy hao hệ thống thông tin quang theo sơ đồ Hình A.1 (a) bao gồm suy hao sợi quang và suy hao đấu nối. Trong trường hợp nghiệm thu trạm sau lắp đặt hoặc sửa chữa bảo dưỡng, có thể đo đặc tính phần

cáp quang bao gồm suy hao do sợi quang, các đầu nối, mối hàn và ảnh hưởng chất lượng lắp đặt cáp.

Sử dụng máy đo OTDR để đo suy hao phần cáp quang. Phương pháp đo tuân thủ theo hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị đo.

Phụ lục A
(Quy định)
Sơ đồ tham chiếu của hệ thống thông tin quang

Hệ thống thông tin quang được biểu diễn như trên Hình A.1. Trong hệ thống có thể không có trạm lặp trung gian như Hình A.1 (a), có một hoặc nhiều trạm lặp trung gian như Hình A.1 (b).



T', T: là giao diện của thiết bị theo Khuyến nghị ITU-T G.703

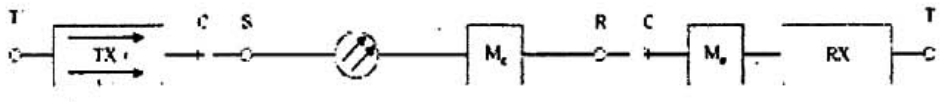
S: là điểm trên sợi quang ngay sau bộ nối quang của đầu phát hay trạm lặp

R: là điểm trên sợi quang ngay trước bộ nối quang của đầu thu hay của trạm lặp.

Hình A.1 - Sơ đồ tham chiếu hệ thống thông tin quang

Phụ lục B
(Quy định)
Suy hao dự phòng hệ thống

Suy hao dự phòng hệ thống hay suy hao dự phòng của khoảng lặp được chia thành 2 phần M_c và M_e, như Hình B.1.



Hình B.1 - Phân bố suy hao dự phòng hệ thống

a) Suy hao dự phòng cáp (M_c) nhằm mục đích:

- Thay đổi cấu trúc cáp trong tương lai (thêm mối hàn, tăng chiều dài cáp...)

- Phù hợp với độ biến đổi đặc tính cáp do điều kiện ngoại cảnh.

- Tăng suy hao của điểm nối giữa hai điểm R và S.

b) Suy hao dự phòng thiết bị (M_e) để đáp ứng các ảnh hưởng của thời gian và điều kiện ngoại cảnh đến các tham số của thiết bị (công suất phát, độ nhạy thu, sự giảm chất lượng các bộ nối của thiết bị).

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ITU-T G.921 (1995) "Digital Networks, Digital Sections and Digital Line Systems - Digital Sections Based on the 2 048 kbit/s Hierarchy" (*Hệ thống, đoạn và mạng thông tin số - Đoạn thông tin số trên cơ sở phân cấp 2 048 kbit/s)*

[2] ITU-T G.955 (1996) Digital Networks, Digital Sections and Digital Line Systems - Digital Line Systems Based on the 2 048 kbit/s and 1 544 Kbit/s Hierarchy on Optical Fibre Cables (*Hệ thống, đoạn và mạng thông tin số - Hệ thống thông tin cáp quang phân cấp 2 048 kbit/s và 1 544 kbit/s)*