

BÀI 5: CÁP QUANG

Mã bài: MĐ CĐT 33-05

Giới thiệu:

Cáp quang đang được sử dụng rộng rãi ở nước ta, về tốc độ truyền hơn hẳn cáp đồng thông thường, có giá trị cao về mặt kinh tế và kỹ thuật.

Mục tiêu:

- Trình bày được nguyên lý cấu tạo và các vấn đề cơ bản của cáp quang.
- Vận dụng được kiến thức để khắc phục các sự cố xảy ra.
- Chủ động, sáng tạo an toàn cẩn thận trong quá trình học tập.

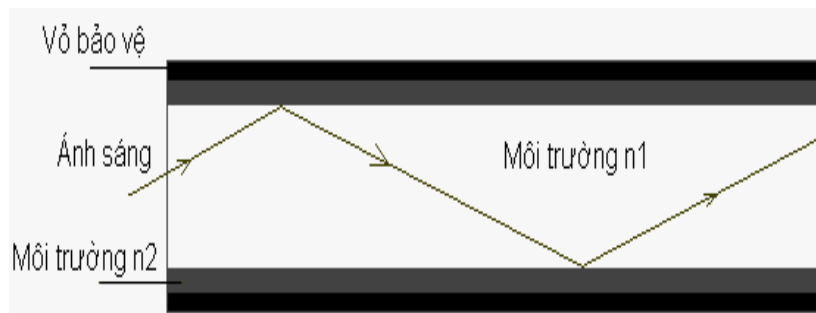
Nội dung chính:

1. Giới thiệu

Cáp quang được sử dụng trong các lĩnh vực ứng dụng đòi hỏi tốc độ truyền tải rất cao, phạm vi truyền dẫn lớn hoặc trong các môi trường làm việc chịu tác động mạnh của nhiễu.

Một sợi cáp quang bao gồm một sợi lõi, một lớp bọc và một lớp vỏ bảo vệ. Sợi lõi và lớp bọc được làm bằng thủy tinh hoặc chất dẻo trong suốt.

Khác với các loại cáp trên, cáp quang thực hiện truyền tải tín hiệu ánh sáng. Với nguyên lý phản xạ toàn phần ánh sáng trong đường truyền.



Hình 5.1: Nguyên tắc làm việc của cáp quang

Ánh sáng được truyền trong môi trường có chiết suất n_1 , nếu đường đi không song song với trục của cáp thì sẽ bị phản xạ tại bề mặt tiếp giáp của hai môi trường với $n_2 > n_1$.

Ngày nay, Internet đã trở thành một nhu cầu thiết yếu, giúp mọi người ở khắp nơi trên thế giới có thể giao tiếp, trao đổi, học tập, mua sắm, giải trí dễ dàng, nhanh chóng. Các ứng dụng, dịch vụ trên Internet cũng ngày càng phát triển theo, điều này đòi hỏi tốc độ, băng thông kết nối Internet cao và cáp quang trở thành lựa chọn số một

–FTTH (Fiber To Home) là một điển hình. FTTH đáp ứng các dịch vụ luôn đòi hỏi mạng kết nối tốc độ cao như IPTV, hội nghị truyền hình, video trực tuyến, giám sát từ xa IP Camera...

Trước đây, cáp quang chỉ dùng để kết nối các đường trục chính của quốc gia, nhà cung cấp dịch vụ, doanh nghiệp lớn vì chi phí khá cao. Nhưng hiện nay, cáp quang được sử dụng khá rộng rãi ở các doanh nghiệp vừa, nhỏ, các trường đại học và người sử dụng thông thường. Bài viết giới thiệu cơ bản về cáp quang và các đầu nối, giúp bạn đọc hiểu được thông số kỹ thuật trên các tài liệu, thông tin sản phẩm quang.

Cáp quang dùng ánh sáng truyền dẫn tín hiệu, do đó ít suy hao và thường được dùng cho kết nối khoảng cách xa. Trong khi cáp đồng sử dụng dòng điện để truyền tín hiệu, dễ bị suy hao trong quá trình truyền và có khoảng cách kết nối ngắn hơn.

2. Các thiết bị

Một tuyến thông tin quang bao gồm một nguồn, một đầu thu và cáp quang kết nối tuyến. Nguồn có thể là LED, IRED hoặc laser diode. Nguồn có thể được điều chế với tín hiệu tương tự, nhưng thường được kích bởi các xung số. Detector thường dùng PIN hoặc APD. Tuyến thông tin có thể xem là thông tin khoảng cách ngắn, trung bình hoặc xa. Thông tin khoảng cách ngắn thường trong phạm vi vài m và dùng cho:

- Thiết bị điều khiển quá trình và thiết bị công nghiệp
- Cảm biến y tế, đưa vào cơ thể bệnh nhân và nối với thiết bị ghi
- Máy tính và thiết bị ngoại vi
- Các cấu phần có độ chính xác cao cho mục đích quảng cáo

Hệ thống khoảng cách trung bình thường lớn hơn vài m và dưới 1 km, còn gọi là mạng LAN, thường dùng sợi thủy tinh đa mode (băng rộng và tổn hao thấp) hoặc plastic đa mode. Nguồn điển hình là IRED hoạt động ở bước sóng 850 nm. Khẩu độ số thường từ $0.2 \div 0.5$ và đường kính lõi $50 \div 100 \mu\text{m}$ để tiện cho việc ghép với bức xạ từ IRED. Đường kính lõi lớn hơn sẽ giảm chi phí lắp đặt, kết nối, nhưng độ rộng băng giảm.

Hệ thống khoảng cách xa dễ thiết kế hơn do yêu cầu hạn chế sự lựa chọn cấu phần. Hệ thống khoảng cách xa dùng để tải dữ liệu băng rộng và có thể dùng sợi chiết suất graded. Ở khoảng cách rất xa thì chỉ dùng sợi đơn mode để bảo đảm độ rộng băng và mức tổn hao cho phép. Có thể dùng nguồn communication-grade laser diode hoặc edge-emitting IRED để ghép năng lượng vào các sợi quang này.

Kỹ thuật hàn cáp sợi quang thường được dùng hơn so với các bộ đầu nối cơ để bao đảm tổn hao thấp và độ ổn định cao.

Các cấu trúc ống dẫn sóng và các linh kiện khác :

Integrated optics là các ống dẫn sóng và các cấu phần quang được tích hợp trên các đế vật liệu dùng kỹ thuật tương tự mạch tích hợp bán dẫn. Các linh kiện tích hợp quang thường là các bộ tách tín hiệu, các bộ dither pha, các bộ điều chế và các bộ chuyển mạch. Tất cả các linh kiện tích hợp quang đều dùng các cấu trúc ống dẫn sóng được tạo bởi các đường dẫn của vật liệu có chiết suất lớn hơn chiết suất của vật liệu đế. Các ống dẫn sóng hoạt động tương tự cáp sợi quang và được xem xét như các bộ tách hoặc ghép tín hiệu. Bằng cách điều khiển tiết diện ống dẫn sóng, chiết suất của vật liệu, khoảng cách giữa các lõi và chiều dài của miền ghép, sẽ thiết lập được tỷ phần ghép năng lượng.

Các thông số của bộ ghép quang:

Thông số	Bộ ghép 4 cổng	Bộ ghép N-Part
Tỷ số ghép	$P_2 / (P_2 + P_3)$	P_N / P_o
Tổn hao dư thừa	$P_2 + P_3 / P_1$	P_o / P_i
Tổn hao chèn	P_2 / P_1	P_N / P_i
Độ đồng nhất	P_2 / P_3	P_h / P_s
Độ định hướng	P_4 / P_1	P_x / P_i

Trong đó:

- P_N : công suất ra khỏi cổng N bất kỳ
- P_i : công suất vào tổng
- P_o : công suất ra tổng
- P_h : công suất ra lớn nhất
- P_s : công suất ra nhỏ nhất
- P_x : công suất ra cổng không ghép

Quá trình ghép dùng mạng 4 cổng có thể kết hợp với hiệu ứng quang điện (electro-optic effect) để tạo ra các chuyển mạch quang. Các vật liệu có hiệu ứng quang điện sẽ thay đổi chiết suất khúc xạ khi có mặt điện trường do áp đặt điện áp. Sự kết hợp của điện áp thiên áp và điện áp chuyển mạch sẽ xác định đầu ra truyền bức xạ.

Các vật liệu tinh thể (chẳng hạn GaAs) có hiệu ứng quang điện. Vật liệu đặc biệt: LiNbO có hiệu ứng quang điện rất mạnh. Thế chuyển mạch cỡ 5—10V. Hệ số định hướng cỡ 100:1 đến 3000:1.

Chiết suất của vật liệu ảnh hưởng đến vận tốc truyền sóng và thay đổi chiết suất có thể thay đổi pha tương đối. Các bộ di pha và điều chế pha cấu tạo từ một ống dẫn sóng đặt trong tinh thể quang điện, giữa 2 điện cực. Lượng di pha phụ thuộc độ lớn điện áp và chiều dài ống dẫn sóng.

3. Các thông số

Khoảng cách giữa các góc được phép (hay góc tách được phép):

$$\Delta\theta = \lambda / d = \lambda_0 / n_1 d$$

Trong đó:

- d : đường kính sợi quang
- n_1 : chiết suất lõi sợi quang
- λ_0 : bước sóng trong không gian tự do

Số mode có thể tồn tại trong sợi quang phụ thuộc $\Delta\theta$ và góc tới lan truyền, với cấp tròn:

$$n = (\pi T)^2 / 2$$

trong đó:

- $T = \theta_p / \Delta\theta$
- θ_p : góc lan truyền cực đại
- n : số mode khi $\pi T > 2.405$

Thông số V (hay tần số chuẩn hoá), khi $\pi T < 2.405$:

$$V = \pi T = \pi \cdot 2r[(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}] / \lambda_0$$

Trong đó:

- r : bán kính lõi sợi quang
- n_2 : chiết suất vỏ

Méo mode và tán sắc:

Gọi

- t_0 : trễ trực với khoảng cách L
- t_m : trễ dọc theo đường truyền ứng với θ_p
- $t_0 = n_1 L / c$; $t_m = n_1 L / c \cdot \cos \theta_p$
- $\Delta t = t_m - t_0 = (L n_1 / c)(n_1 - n_2) / n_2$

Hiện tượng tán sắc xảy ra khi nguồn bức xạ nhiều bước sóng trong một khoảng $\Delta\lambda$, khi đó xung tín hiệu sẽ bị mở rộng 1 lượng:

$$t = K(\lambda) \cdot \Delta\lambda \cdot L$$

Trong đó:

- $K(\lambda)$: hệ số tán sắc, phụ thuộc vật liệu và bước sóng.
- L : chiều dài cáp sợi quang

Công suất thu:

Công suất bức xạ sẽ ra khỏi ống dẫn sóng theo 1 hình nón tương tự như qua lỗ hẹp.

Khi khoảng cách giữa đầu thu và miệng sợi quang giảm, kích thước vệt chiếu từ miệng sẽ đạt tới đường kính lõi sợi quang. Nếu diện tích đầu thu nhỏ hơn diện tích vệt chiếu, thì tỷ số dòng bức xạ thu được / dòng rời khỏi sợi quang = tỷ số diện tích:

$$\theta_e / \theta_0 = (D_d / D_c)^2 (NA_{det} / NA_{fiber})^2$$

Trong đó:

- NA_{det} : khẩu độ số đầu thu
- NA_{fiber} : khẩu độ số sợi quang
- θ_e : dòng bức xạ đến đầu thu
- θ_0 : dòng bức xạ rời khỏi miệng sợi quang
- D_d : đường kính miệng đầu thu
- D_c : đường kính lõi sợi quang

Độ rộng băng:

- $BW = 0.35 / T$
- $T = (t_1^2 - t_2^2)^{1/2}$
- T : hệ số mở rộng xung
- t_2 : độ rộng xung đầu ra sợi quang
- t_1 : độ rộng xung đầu vào sợi quang(rad)

4. Các loại

Có 3 loại sợi quang cơ bản :

- Sợi chiết suất bước (step-index fiber): thay đổi đột biến chiết suất lõi và vỏ.
- Sợi chiết suất thay đổi từ từ (graded-index fiber)
- $n(r) = n_0[1 - (n_1^2 - n_2^2)/n_0^2 (r/r_0)^2]^{1/2}$, với $0 < r < r_0$

- Chiết suất giảm dần từ tâm ra biên phân cách với vỏ (n_2)

❖ **Step- index- multimode fiber:**

- Đường kính lõi $50 \rightarrow 1000 \mu\text{m}$
- $0.2 \leq NA \leq 0.5$
- Đường kính ngoài từ $125 \div 1100 \mu\text{m}$

❖ **Graded - index - multimode fiber :**

- Đường kính lõi $50 \div 100 \mu\text{m}$
- $0.2 \leq NA \leq 0.3$
- Đường kính ngoài từ $125 \div 150 \mu\text{m}$

→ thông tin khoảng cách xa

❖ **Single mode fiber:**

- Đường kính lõi: $4 \div 10 \mu\text{m}$
- $0.1 \leq NA \leq 0.15$
- Đường kính ngoài từ $75 \div 125 \mu\text{m}$

→ long-distance communication

- Các xung công suất được tải dọc theo các đường khác nhau sẽ tới đầu cuối tại những thời điểm khác nhau (mode trực tới trước tiên, mode ứng với góc NA đến sau cùng) → trễ mode .

- Do trễ mode, xung dòng tổng thu được sẽ rộng hơn xung bức xạ gốc.

→ quá trình mở rộng xung này xung này gọi là méo mode (modal distortion).

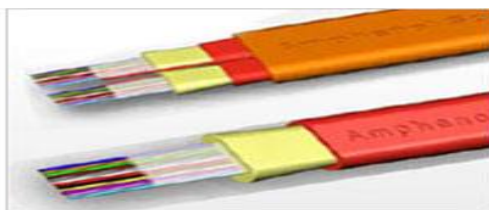
→ Graded - index fiber có méo mode nhỏ hơn so với step-mode fiber.

- Biên độ xung truyền qua cáp bị suy giảm do hấp thụ, tán xạ và bức xạ.

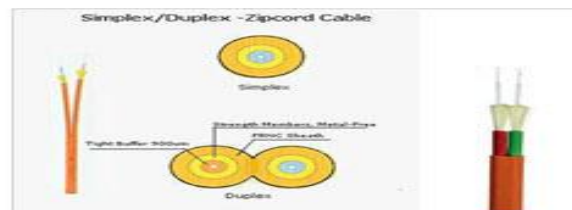
Ngoài ra còn phân ra 2 loại cáp quang theo cấu tạo:

Ribbon: cáp quang dạng ruy-băng, chứa nhiều sợi quang bên trong (Hình 5.2.a)

Zipcord: hai sợi quang có vỏ ngoài liền nhau như dây điện (Hình 5.2b)



Hình 5.2.a: Nguyên tắc làm việc của cáp quang

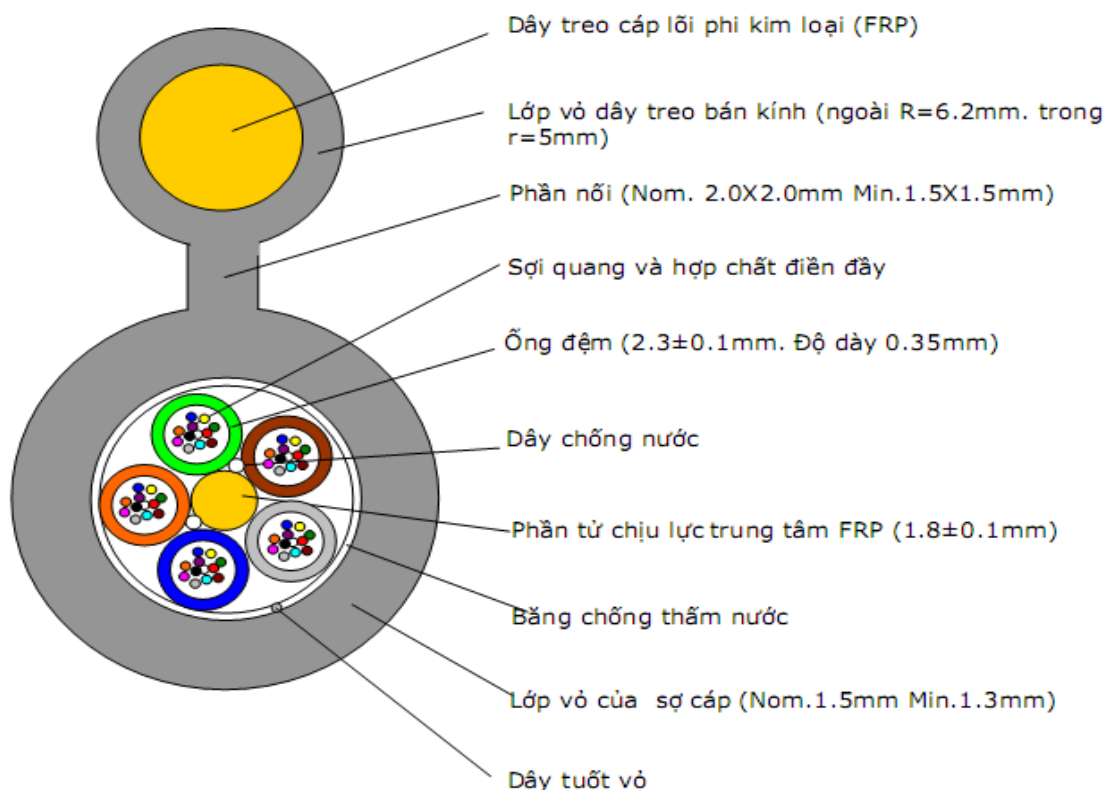


Hình 5.2.b: Nguyên tắc làm việc của cáp quang

Bất kỳ giao tiếp quang nào cũng bao gồm 3 thành phần: nguồn phát, vật truyền dẫn trung gian (cáp quang) và nguồn thu. Nguồn phát sẽ chuyển đổi tín hiệu điện tử thành ánh sáng và truyền dẫn qua cáp quang. Nguồn thu chuyển đổi ánh sáng thành tín hiệu điện tử. Có hai loại nguồn phát là laser và Led. **Laser** ít tán sắc, cho phép truyền dẫn dữ liệu tốc độ nhanh, khoảng cách xa (trên 20km), dùng được cho cả Singlemode và Multimode nhưng chi phí cao, khó sử dụng. **Led** tán sắc nhiều, truyền dẫn tốc độ chậm hơn, bù lại chi phí thấp, dễ sử dụng, thường dùng cho cáp quang Multimode. Led dùng cho hệ thống có khoảng cách ngắn hơn, có thể sử dụng cho cả sợi quang thủy tinh, sợi quang plastic.

5. Loại cáp quang bình thường

5.1. Cáp trên không



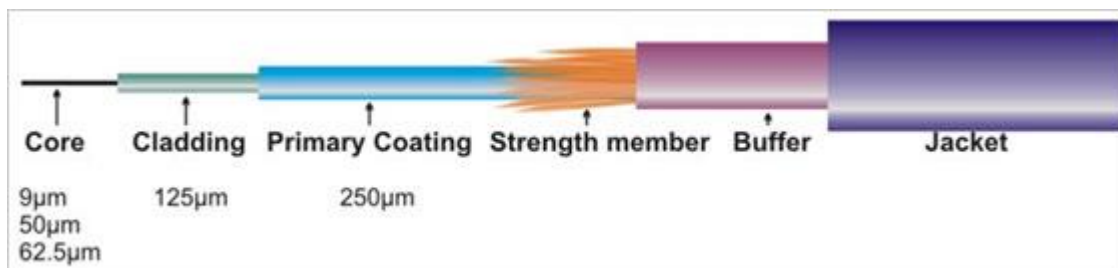
Hình 5.3: Hình dáng bên trong của cáp quang 3 lõi

Có số sợi quang đơn trong cáp từ 2 đến 60 Sợi sợi, Bước sóng hoạt động của sợi quang khoảng từ 1310nm và 1550nm, có phần tử chịu lực trung tâm Phi kim loại (FRP). Ống đệm chứa và bảo vệ sợi quang làm theo phương pháp ống đệm lỏng, có chứa sợi quang được bện theo phương pháp SZ (SZ-stranded) quanh phần tử chịu lực trung

tâm. Khe của sợi quang và mặt trong của ống đệm được làm đầy bằng hợp chất điền đầy, đặc biệt nhằm chống xâm nhập của nước. Cáp có thêm một lớp băng chống thấm nước và lớp nhựa PE bảo vệ bên ngoài. Một dây treo bằng sợi thủy tinh phi kim loại (FRP) thích hợp cho việc dùng ngoài trời và treo trên không.

5.2. Cáp ngầm (trong đất, nước)

Sợi cáp quang được cấu tạo từ ba thành phần chính: lõi (core), lớp phản xạ ánh sáng (cladding), lớp vỏ bảo vệ chính (primary coating hay còn gọi coating, primary buffer). **Core** được làm bằng sợi thủy tinh hoặc plastic dùng truyền dẫn ánh sáng. Bao bọc core là **cladding** – lớp thủy tinh hay plastic – nhằm bảo vệ và phản xạ ánh sáng trở lại core. **Primary coating** là lớp vỏ nhựa PVC giúp bảo vệ core và cladding không bị bụi, ẩm, trầy xước. Hai loại cáp quang phổ biến là GOF (Glass Optical Fiber) – cáp quang làm bằng thủy tinh và POF (Plastic Optical Fiber) – cáp quang làm bằng plastic. POF có đường kính core khá lớn khoảng 1mm, sử dụng cho truyền dẫn tín hiệu khoảng cách ngắn, mạng tốc độ thấp. Trên các tài liệu kỹ thuật, bạn thường thấy cáp quang GOF ghi các thông số 9/125 μ m, 50/125 μ m hay 62,5/125 μ m, đây là đường kính của core/cladding; còn primary coating có đường kính mặc định là 250 μ m. Hình 2



Hình 5.4: Hình dáng bên trong của cáp quang 1 lõi

Bảo vệ sợi cáp quang là lớp vỏ ngoài gồm nhiều lớp khác nhau tùy theo cấu tạo, tính chất của mỗi loại cáp. Nhưng có ba lớp bảo vệ chính là lớp chịu lực kéo (strength member), lớp vỏ bảo vệ ngoài (buffer) và lớp áo giáp (jacket) – tùy theo tài liệu sẽ có tên gọi khác nhau. **Strength member** là lớp chịu nhiệt, chịu kéo căng, thường làm từ các sợi Kevlar. **Buffer** thường làm bằng nhựa PVC, bảo vệ tránh va đập, ẩm ướt. Lớp bảo vệ ngoài cùng là Jacket. Mỗi loại cáp, tùy theo yêu cầu sử dụng sẽ có thêm các lớp jacket khác nhau. **Jacket** có khả năng chịu va đập, nhiệt và chịu mài mòn, bảo vệ phần bên trong tránh ẩm ướt và các ảnh hưởng từ môi trường.

Có hai cách thiết kế khác nhau để bảo vệ sợi cáp quang là ống đệm không chặt (loose-tube) và ống đệm chặt (tight buffer).

5.3. Cáp trong nhà



Hình 5.5: Cáp quang trong nhà

Tight-buffer thường dùng trong nhà (indoor), bao bọc kín sợi cáp quang (như cáp điện), giúp dễ lắp đặt khi thi công.

Trên một số tài liệu, bạn sẽ gặp hai thuật ngữ viết tắt IFC, OSP. **IFC** (Intrafacility fiber cable) là loại cáp dùng trong nhà, có ít lớp bảo vệ vật lý và việc thi công lắp đặt linh hoạt. **OSP** (Outside plant cable) là loại cáp dùng ngoài trời, chịu được những điều kiện khắc nghiệt của nhiệt độ, độ ẩm, bụi... loại cáp này có nhiều lớp bảo vệ.

6. Kết nối cáp

6.1. Suy giảm kết nối

Suy hao quang (Optical loss): lượng công suất quang (optical power) mất trong suốt quá trình truyền dẫn qua cáp quang, điểm ghép nối. Ký hiệu dB.

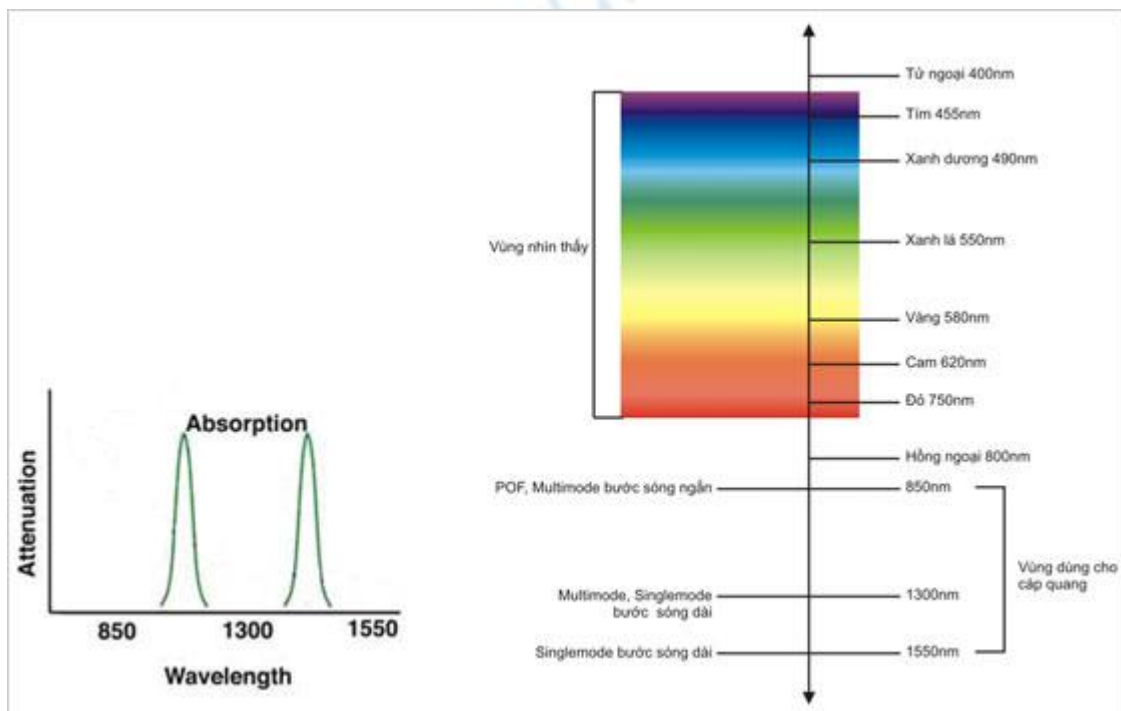
Suy hao phản xạ (Optical Return loss): ánh sáng bị phản xạ tại các điểm ghép nối, đầu nối quang.

Suy hao tiếp xúc (Insertion loss): giảm công suất quang ở hai đầu ghép nối. Giá trị thông thường từ 0,2dB – 0,5dB.

Suy hao (Attenuation): mức suy giảm công suất quang trong suốt quá trình truyền dẫn trên một khoảng cách xác định. Ký hiệu dB/km. Ví dụ, với cáp quang Multimode ở bước sóng 850nm suy giảm 3dB/km, trong khi ở bước sóng 1300nm chỉ suy giảm 1dB/km. Cáp quang Singlemode: suy giảm 0,4dB/km ở 1310nm, 0,3dB/km ở

1550nm. Đầu nối (connector) suy giảm 0,5dB/cặp đầu nối. Điểm ghép nối (splice) suy giảm 0,2 dB/điểm.

Bước sóng (Wavelength): là chu kỳ di chuyển của sóng điện từ. Ký hiệu nm (nanometer). Ánh sáng chúng ta nhìn thấy được có wavelength từ 400nm đến 700nm (màu tím đến màu đỏ). Cáp quang sử dụng ánh sáng nằm trong vùng hồng ngoại có wavelength lớn hơn wavelength mà ta nhìn thấy – trong khoảng 850nm, 1300nm và 1550nm. Các bước sóng truyền dẫn quang được xác định dựa trên hai yếu tố nhằm khắc phục tình trạng suy hao do năng lượng và vật liệu truyền dẫn: các bước sóng nằm trong vùng hồng ngoại và các bước sóng không nằm trong vùng hấp thụ, cản trở năng lượng ánh sáng truyền dẫn (absorption) do tạp chất lẫn trong cáp quang từ quá trình sản xuất

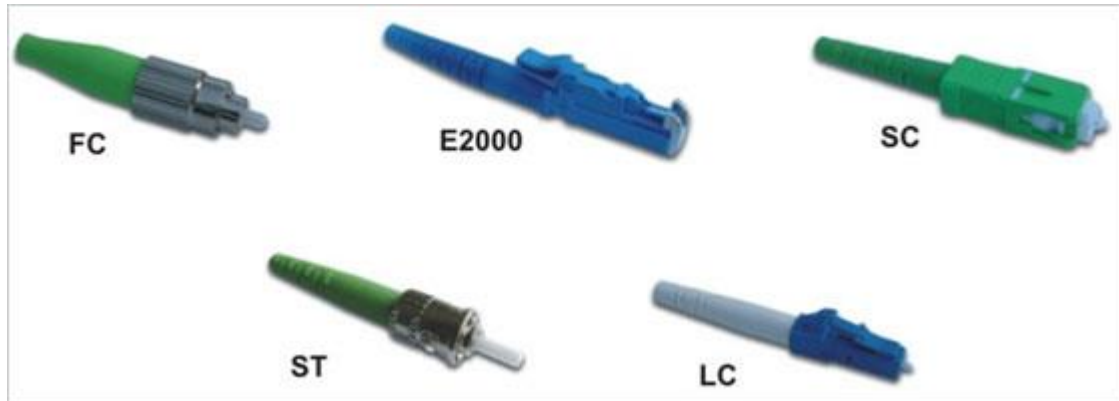


Hình 5.6: Hình mô tả bước sóng cáp quang

Vậy vì sao chúng ta không sử dụng các bước sóng dài hơn? Bước sóng hồng ngoại là sự chuyển tiếp giữa ánh sáng và nhiệt. Bước sóng dài hơn, nhiệt xung quang càng nóng hơn, tín hiệu nhiễu loạn nhiều hơn. Do đó, thường POF có bước sóng 650nm, 850nm. GOF với Multimode hoạt động ở 850nm và 1300nm, Singlemode ở 1310nm, 1550nm. Giữa hai bước sóng 1300nm và 1310nm không khác biệt nhau, chỉ là cách qui ước để phân biệt sử dụng cáp quang Singlemode hay Multimode.

6.2. Sự kết nối

Đầu nối quang: gồm nhiều thành phần kết hợp lại với nhau, chúng có nhiều kiểu như SC/PC, ST/UPC, FC/APC... Nhưng có hai thành phần bạn cần quan tâm, đó là kiểu đầu nối SC, ST, FC... và điểm tiếp xúc PC, UPC, APC. SC (subscriber connector), ST (straight tip), FC (fiber connector) là các kiểu đầu nối quang có dạng hình vuông, hình tròn...



Hình 5.7a: Hình đầu nối cáp quang

6.3. Xử lý kết nối

Bên trong đầu nối là ferrule, giúp bảo vệ và giữ thẳng sợi cáp quang. Ferrule được làm bằng thủy tinh, kim loại, plastic hoặc gốm (ceramic) – trong đó chất liệu gốm là tốt nhất.



Hình 5.7b: Hình đầu nối cáp quang

Đỉnh của ferrule được làm nhẵn (polish) với ba dạng điểm tiếp xúc chính PC (Physical Contact), UPC (Ultra Physical Contact) và APC (Angled Physical Contact), giúp đảm bảo chỗ ghép nối có ít ánh sáng bị mất hoặc bị phản xạ nhất.



Hình 5.7c: Hình đầu nối cáp quang

Dạng PC được vạt cong, sử dụng với các kiểu đầu nối FC, SC, ST. PC, có giá trị suy hao phản xạ (optical return loss) là 40dB. Vì giá trị này khá cao, nên đã thúc đẩy các nhà sản xuất tiếp tục tìm kiếm các giải pháp tốt hơn. UPC là giải pháp tiếp theo, nó cũng được vạt cong như PC nhưng giảm return loss hơn. UPC có giá trị return loss 50dB. UPC dùng với các đầu nối FC, SC, ST, DIN, E2000. APC được vạt chéo 8 độ, loại bỏ hầu hết sự phản xạ ở điểm ghép nối và có giá trị return loss 60dB. Bạn nên lưu ý là khi đọc các thông số kỹ thuật quang đề cập mức suy hao có thể làm bạn dễ hiểu sai về dấu “+” và “-”. Chẳng hạn, với kết quả tính toán, đo đặc mức độ suy hao là -40dB. Trên thông số kỹ thuật có thể viết giá trị suy hao (loss values) là 40dB hoặc số đo mức phản xạ là -40dB hay độ lợi (gain) là -40dB. Tất cả đều như nhau, do đó bạn cần chú ý cách viết để tránh hiểu sai.

Hiện nay, giá thành cáp quang và các phụ kiện quang đã thấp hơn so với cách nay vài năm. Cùng với việc ứng dụng nhiều giải pháp như IP Camera, VoIP, Hội nghị truyền hình qua mạng, kết nối mạng gigabit giữa các tòa nhà, văn phòng, xưởng sản xuất; cáp quang dần trở thành lựa chọn số một cho việc triển khai hạ tầng mạng đòi hỏi nhiều băng thông và tốc độ cao

Việc hàn nối cáp quang là việc làm không thể thiếu khi triển khai một hệ thống mạng cáp quang. Như các bạn đã biết, một sợi cáp quang chưa có đầu nối mà chỉ là các sợi cáp làm bằng sợi thủy tinh mỏng manh như sợi tóc rất dễ gãy và không thể cắm vào thiết bị để thực hiện việc kết nối, do vậy chúng ta phải sử dụng dây nối quang - dây hàn quang để hàn vào sợi cáp rồi cắm vào hộp phối quang ODF, rồi từ hộp phối quang ODF dùng dây nhảy quang để kết nối với thiết bị quang điện (converter quang, bộ chuyển đổi quang điện,...).

Việc hàn nối cáp quang không thể thực hiện một cách thủ công, bằng tay,... mà phải có máy móc chuyên dụng là máy hàn cáp quang mới có thể tiến hành hàn nối. Một

bộ máy hàn cáp quang gồm có thân máy chính, dao cắt chính xác sợi quang, kìm tuốt sợi quang, và các dụng cụ khác...

Chúng tôi có đầy đủ các trang thiết bị tốt, hiện đại, có thể triển khai cho quý khách hàng một cách nhanh nhất.

Các máy móc phục vụ việc hàn nối cáp quang, đo kiểm cáp quang, xử lý điểm đứt cáp quang gồm:

01 Máy hàn cáp quang Fujikura FSM-60S.



Hình 5.8: Hình Máy hàn cáp quang Fujikura FSM-50S

02 Máy hàn cáp quang Inno Instrument IFS-10.



Hình 5.9: Hình Máy hàn cáp quang Inno Instrument IFS-10

01 Máy đo OTDR cáp quang Yokogawa AQ7275.



Hình 5.10: Hình Máy đo OTDR cáp quang Yokogawa AQ7275

01 Máy đo OTDR cáp quang Anritsu MT9083.



Hình 5.11: Hình Máy đo OTDR cáp quang Anritsu MT9083

01 Bộ đo suy hao quang (Loss Test Set).



Hình 5.12: Hình Bộ đo suy hao quang (Loss Test Set)

03 Bút laser kiểm tra dây nhảy quang.

6.4. Xử lý sự cố

Khi cáp quang bị đứt hay hư hỏng ảnh hưởng đến việc truyền thông tin liên lạc, trao đổi thông tin đi nước ngoài của khách hàng như dịch vụ web, e-mail, thoại, video... sẽ bị ảnh hưởng do lưu lượng chuyển sang các hướng dự phòng và có khả năng gây nghẽn mạng.

Khi sự cố cáp quang xảy ra như ở tuyến cáp quang quốc tế AAG (Asia America gate way 25/10/2012) làm sự truyền đạt thông tin giữa các tuyến bị ngừng không thể

trao đổi được phải chuyển sang hướng dự phòng. Khi ta sang hướng dự phòng sau đó tiến hành xử lý kiểm tra cáp bằng các dụng cụ ở trên để có thể nhận biết cáp đứt chỗ nào, ta tiến hành nối cáp bằng các thiết bị nối cáp chuyên dụng, kiểm tra các mối nối cáp, các thiết bị khe cắm vệ sinh các hub...

CÁC BÀI TẬP MỞ RỘNG, NÂNG CAO VÀ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Câu 1 : Nêu tầm quang trọng của cáp quang trong công nghiệp, trong dân dụng và các điều kiện gây ảnh hưởng đến đường truyền cáp?

Câu 2: Cách khắc phục các sự cố của đường truyền cáp quang, phương pháp nối cáp quang? Trong công nghiệp hiện nay hệ thống thiết bị nào dùng cáp quang? hãy kể tên?

Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:

Nội dung:

+ Về kiến thức:

Trình bày được nguyên lý cấu tạo và các vấn đề cơ bản của cáp quang.

+ Về kỹ năng:

Vận dụng được kiến thức để khắc phục các sự cố xảy ra.

+ Thái độ: Đánh giá phong cách, thái độ học tập

Chủ động, sáng tạo và an toàn trong quá trình học tập.

Phương pháp:

+ Về kiến thức: Được đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết

+ Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng thực hành Mỗi sinh viên, hoặc mỗi nhóm học viên thực hiện công việc theo yêu cầu của giáo viên. Tiêu chí đánh giá theo các nội dung:

- Độ chính xác của công việc
- Thời gian thực hiện công việc
- Độ chính xác theo yêu cầu kỹ thuật

+ Thái độ: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác.

BÀI 6: MẠNG MODBUS

Mã bài: MĐ CĐT 33-06

Giới thiệu:

Mạng modbus được dùng rộng rãi trong công nghiệp, chủ yếu dùng cho hệ thống lắp ráp cho các nhà máy chế tạo xe hơi, xe máy, tốc độ truyền thông ổn định chi phí lắp mạng cũng thấp.

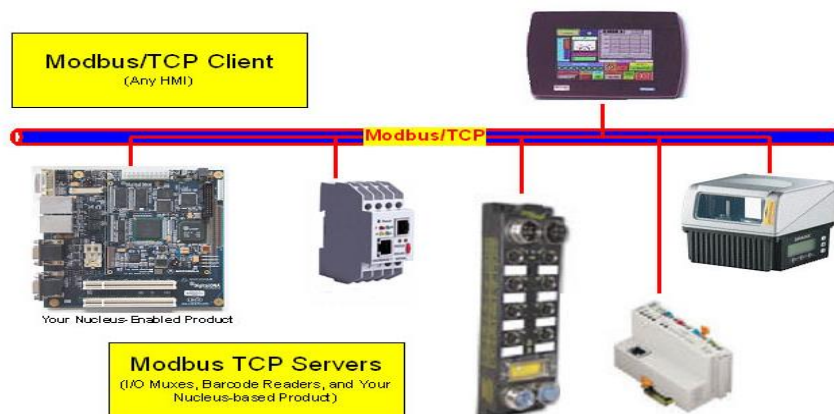
Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc mạng Modbus
- Xác định và xử lý được một số vấn đề đơn giản
- Chủ động, sáng tạo và an toàn trong quá trình học tập.

Nội dung chính:

1. Giới thiệu tổng quan

Modbus bắt nguồn trong cuối những năm 70 thế kỷ trước. Năm 1979 khi nhà sản xuất PLC Modicon, giờ là tập đoàn Schneider Electric's Telemecanique đã phát hành giao diện truyền thông Modbus cho mạng multidrop dựa trên kiến trúc master/client. Truyền thông giữa các Modbus node có được bằng các thông điệp. Nó là một chuẩn mở mà được mô tả bằng cấu trúc thông điệp. Tầng vật lý của Modbus interface là tự do chọn lựa. Modbus interface ban đầu chạy trên RS-232, nhưng các thực hiện Modbus sau nhất dùng RS-485 vì nó cho phép khoảng cách lớn, tốc độ cao và khả năng của một mạng multi-drop thực sự. Trong thời gian ngắn hàng trăm nhà sản xuất thực hiện hệ thống thông điệp Modbus trong thiết bị của họ và Modbus trở thành chuẩn defacto cho các mạng truyền thông công nghiệp.



Hình 6.1: Mô hình mạng modbus trong công nghiệp

Điều tốt của chuẩn Modbus là sự linh hoạt, và sự dễ thực hiện của nó. Không chỉ các thiết bị thông minh như các microcontroller, PLC ... có thể truyền thông với Modbus, mà còn các sensor thông minh trang bị Modbus interface gửi data của chúng đến các host system. Trong khi Modbus được sử dụng chính trước đây trên các đường truyền thông dây dẫn, cũng có các mở rộng cho các chuẩn truyền thông không dây và các mạng TCP/IP. Vì thế Modbus trở thành chuẩn fieldbus được chấp nhận rộng rãi.

2. Cấu trúc giao thức Modbus

2.1. Kiến trúc giao thức

Giao thức RTU được sử dụng serial protocol sử dụng RS232 hoặc RS485

Giao thức TCP được sử dụng Ethernet gồm modbus RTU + TCP/IP layer.

Trong mô hình ISO bao gồm 7 lớp nhưng đối với mạng modbus có 3 lớp hiện hữu trong nó đó là: lớp ứng dụng, lớp liên kết dữ liệu và lớp vật lý như bảng sau:

Modbus TCP/IP communication Stack			
#	Lớp	Quang trọng Giao thức	Reference
7	ứng dụng	Modbus application protocol	
6	Lớp biểu diễn		
5	Kiểm soát nối		
4	Lớp vận chuyển		
3	Lớp mạng		
2	Lớp liên kết dữ liệu	Modbus serial line protocol	IEEE 802.3
1	Lớp Vật lý	EIA/TIA – 485 (232)	ethernet

Bảng 6.1: Mô hình phân lớp trong mạng Modbus

Trên các giao diện đơn giản giống **RS485** hay **RS232**, các thông điệp Modbus được gửi theo dạng đơn giản trên mạng. Trong trường hợp này mạng được đề tặng cho Modbus. Khi các hệ thống mạng linh hoạt hơn như **TCP/IP** qua ethernet, các thông điệp Modbus như nhúng trong các gói với định dạng cần thiết cho giao diện vật lý. Trong trường hợp đó Modbus và các kiểu kết nối khác có thể cùng tồn tại ở cùng giao diện vật lý ở cùng lúc. Mặc dù cấu trúc thông điệp Modbus chính là *peer-to-peer* (ngang hàng), Modbus có thể chức năng thành cả mạng *point-to-point* và *multidrop*.

2.2. Cơ chế giao tiếp

Trong mạng modbus có các cơ chế giao tiếp master/slave.

Cấu trúc Modbus message	
Trường	Mô tả
Device address	Địa chỉ của receiver
Function code	Mã định nghĩa kiểu message
Data	Data block với thông tin phụ
Error check	Giá trị số kiểm tra để kiểm tra lỗi truyền thông

Bảng 6.2: Cấu trúc tin nhắn trong mạng Modbus

Mạng Modbus là cơ chế giao tiếp chủ tớ từ máy tính chủ đến các thiết bị điều khiển thông qua lớp liên kết dữ liệu như hình 6.1



Hình 6.2 cơ chế giao tiếp truyền thông master/slave

2.3. Cấu trúc bức điện

Chế độ truyền dữ liệu được quy ước gồm 10 bit trong đó 1 start (bit 0) + 8 bit Data + 1 bit parity (chẵn/lẻ) + 1 bit stop.

Start	0	1	2	3	4	5	6	7	P	Stop
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------

start	Address	Function	Data	LRC check	end
1 bit	8 bit	8 bit	N x bit	16 bit	1 bit

Bảng 6.3: Cấu trúc bức điện - Khung RTU

3. Các mã số chức năng

3.1. Định chỉ Modbus

Thông tin đầu tiên trong mỗi Modbus message là địa chỉ của receiver. Parameter này chứa một byte thông tin. Trong *Modbus/ASCII* nó được mã thành hai ký tự hexadecimal, trong *Modbus/RTU* một byte được dùng. Các địa chỉ hợp lệ trong dải 0..247. Các giá trị 1..247 được gán cho các thiết bị Modbus cụ thể và 0 được dùng như địa chỉ broadcast. Các Message được gửi sau sẽ được nhận bởi tất cả slave. Một slave luôn đáp ứng với một Modbus message. Khi đáp ứng nó dùng cùng địa chỉ như master trong request đó. Theo cách này master có thể thấy device thực sự đáp ứng với request.

Bên trong một Modbus device, các holding register, các input và các output được gán một số giữa 1 và 10000. Một sẽ mong đợi, rằng cùng địa chỉ được dùng trong các Modbus message để đọc hay đặt các giá trị. Rủi thay đây không phải là trường hợp này. Trong các Modbus message các địa chỉ được dùng với giá trị giữa 0 và 9999. Nếu bạn muốn đọc giá trị của output (coil) 18 ví dụ, bạn phải chỉ định giá trị 17 trong Modbus query message. Nhiều bối rối hơn, là cho input và các holding register một offset phải được trừ từ địa chỉ device để lấy địa chỉ thích hợp để đặt vào Modbus message structure. Điều này dẫn đến các lỗi phổ biến và nên được quan tâm khi thiết kế ứng dụng với Modbus. Bảng sau trình bày các dải địa chỉ cho các coil, các input và các holding register và cách địa chỉ trong Modbus message được tính cho trước địa chỉ thực của item trong slave device.

Device and Modbus address ranges		
Device address	Modbus address	Description
1...10000*	address - 1	Coils (outputs)
10001...20000*	address - 10001	Inputs
40001...50000*	address - 40001	Holding registers

Bảng 6.4: Địa chỉ các thiết bị trong mạng Modbus

3.2. Các mã chức năng Modbus

Tham số thứ hai trong mỗi Modbus message là mã chức năng. Cái này định nghĩa kiểu message và kiểu hành động được đòi hỏi bởi slave. Tham số này chứa một byte

thông tin. Trong *Modbus/ASCII* điều này được mã với hai ký tự hexadecimal, trong *Modbus/RTU* một byte được dùng. Các mã chức năng hợp lệ trong khoảng 1..255. Không phải tất cả Modbus device nhận biết cùng tập mã chức năng. Các mã chung nhất được thảo luận ở đây.

Bình thường, khi một Modbus slave trả với đáp ứng, nó dùng cùng mã chức năng trong request. Tuy nhiên, khi một error được dò, bit cao nhất của mã chức năng được bật lên. Theo cách đó master có thể thấy khác biệt giữa đáp ứng thành công và thất bại.

code	name	384	484	584	884	M84	984
1	Đọc trạng thái cuộn dây	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2	Đọc trạng thái đầu vào	Y	Y	Y	Y	Y	Y
3	Đọc thanh ghi Hold	Y	Y	Y	Y	Y	Y
4	Đọc thanh ghi đầu vào	Y	Y	Y	Y	Y	Y
5	Tác động một coil	Y	Y	Y	Y	Y	Y
6	Đặt lại một register	Y	Y	Y	Y	Y	Y
7	Đọc trạng thái ngoại lệ	Y	Y	Y	Y	Y	Y
8	Chuẩn đón Poll						
9	Chương trình 484	N	Y	N	N	N	N
10	Thăm dò 484	N	Y	N	N	N	N
11	Fetch comm. Event Ctr	Y	N	Y	N	N	Y
12	Fetch comm. Event log	Y	N	Y	N	N	Y
13	Chương trình điều khiển	Y	N	Y	N	N	Y
14	Điều khiển poll	Y	N	Y	N	N	Y
15	Tác động nhiều coil	Y	Y	Y	Y	Y	Y
16	Đặt lại nhiều register	Y	Y	Y	Y	Y	Y
17	Báo cáo slave ID	Y	Y	Y	Y	Y	Y
18	Chương trình 848 M84	N	N	N	Y	Y	N
19	Reset comm.link	N	N	N	Y	Y	N
20	Xung phát đọc read	N	N	Y	N	N	Y
21	Xung phát viết write	N	N	Y	N	N	Y

Bảng 6.5: Bảng mã chức năng trong mạng Modbus